

# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

HODNOCENÍ SENZORICKÉ JAKOSTI CHLEBA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MARTINA MAHDALOVÁ

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

## HODNOCENÍ SENZORICKÉ JAKOSTI CHLEBA

EVALUATION OF THE SENSORY QUALITY OF BREAD

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

MARTINA MAHDALOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA VÍTOVÁ, Ph.D.

BRNO 2012



Vysoké učení technické v Brně  
**Fakulta chemická**  
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

## Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce:	<b>FCH-BAK0652/2011</b>	Akademický rok: <b>2011/2012</b>
Ústav:	Ústav chemie potravin a biotechnologií	
Student(ka):	<b>Martina Mahdalová</b>	
Studijní program:	Chemie a technologie potravin (B2901)	
Studijní obor:	Biotechnologie (2810R001)	
Vedoucí práce	<b>Ing. Eva Vítová, Ph.D.</b>	
Konzultanti:		

### Název bakalářské práce:

Hodnocení senzorické jakosti chleba

### Zadání bakalářské práce:

1. Zpracujte literární přehled dané problematiky:
  - složení a vlastnosti chleba
  - technologie výroby
  - možnosti senzorického hodnocení chleba
2. Vyberte metody vhodné pro hodnocení významných organoleptických vlastností chleba
3. Aplikujte je na vybrané vzorky chleba
4. Srovnajte senzorickou kvalitu testovaných vzorků

### Termín odevzdání bakalářské práce: 4.5.2012

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

-----  
Martina Mahdalová  
Student(ka)

-----  
Ing. Eva Vítová, Ph.D.  
Vedoucí práce

-----  
doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.  
Ředitel ústavu

V Brně, dne 31.1.2012

-----  
prof. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.  
Děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Tato práce se zabývá hodnocením senzorické kvality vybraných vzorků chleba. Vzorky chleba byly zakoupeny v obchodním domě TESCO Stores a. s. ČR v Brně. Celkem bylo hodnoceno 5 vzorků, 2 z nich byly žitno-pšeničné a tři pšenično-žitné. Všechny výrobky byly balené a krájené.

Zakoupené vzorky byly podrobeny senzorickému hodnocení pořadovou zkouškou a stupnicovými metodami. Hodnotitelé posuzovali tři základní organoleptické vlastnosti daných vzorků chleba – chuť, vůni a texturu. Výsledky hodnocení zapisovali do dotazníků, které byly následně graficky vyhodnoceny a statisticky zpracovány.

Hodnotitelé, kteří se zúčastnili senzorické analýzy, byly z řad studentů Fakulty chemické VUT v Brně.

## **ABSTRACT**

This work deals with the evaluation of sensory quality of selected samples of bread. The samples of bread were bought in TESCO Stores a. s. ČR in Brno. Totally five samples were evaluated, two of them were rye-wheat and three of them were wheat-rye. All products were packaged and sliced.

Purchased samples were subjected to sensory evaluation by the ranking test and scale tests. The assessors judged three main organoleptic properties of bread – taste, odour (aroma) and texture. The results were written down in the questionnaires and consequently graphically and statistically evaluated.

The assessors which took part in sensory analysis were chosen from students of Faculty of chemistry BUT.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Chleba, senzorická kvalita, senzorická analýza

## **KEYWORDS**

Bread, sensory quality, sensory analysis

## CITACE

MAHDALOVÁ, M. *Hodnocení senzorické jakosti chleba*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2012. 49 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Eva Vítová, Ph.D..

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....  
podpis studenta

*Poděkování:*

*Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucí své bakalářské práce Ing. Evě Vítové, Ph. D. za odborné vedení práce, čas, který mi věnovala, poskytnuté informace a ochotu při konzultacích.*

## OBSAH

1	Úvod.....	7
2	Literární přehled.....	8
2.1	Obiloviny .....	8
2.1.1	Anatomická stavba obilného zrna.....	8
2.2	Mouka .....	9
2.2.1	Technologie mlynářství .....	9
2.2.1.1	Příjem obilí .....	10
2.2.1.2	Skladování obilí .....	10
2.2.1.3	Čištění a příprava obilí k mletí .....	10
2.2.1.4	Mletí.....	11
2.2.1.5	Skladování mouky .....	12
2.2.2	Chemické složení mouky.....	13
2.2.2.1	Škrob .....	13
2.2.2.2	Bílkoviny .....	14
2.2.2.3	Tuky .....	14
2.2.2.4	Vláknina.....	15
2.2.2.5	Slizy .....	15
2.2.2.6	Popeloviny .....	15
2.3	Voda.....	15
2.4	Sůl .....	16
2.5	Sladové přídavky .....	16
2.6	Cukry.....	16
2.7	Tuky .....	17
2.8	Ostatní suroviny .....	17
2.9	Technologie výroby chleba.....	17
2.9.1	Vedení žitných kvasů.....	17
2.9.2	Biochemie žitných kvasů.....	18
2.9.3	Mikroflóra žitných kvasů.....	18
2.9.3.1	Kvasinky .....	19
2.9.3.2	Mléčné bakterie.....	19
2.9.4	Třístupňové vedení na kvas .....	20
2.9.5	Kontinuální výrobníky kvasů a těst .....	22
2.9.6	Formování těsta .....	23
2.9.7	Kynutí těsta.....	23
2.9.8	Pečení chleba .....	23
2.9.8.1	Druhy pecí.....	24
2.9.8.2	Změny v těstě během pečení.....	24
2.9.9	Chlazení a skladování chleba .....	25
2.9.9.1	Aroma chleba .....	26
2.9.10	Rozvoz chleba .....	27
2.10	Plesnivění chleba.....	27
2.11	Rozdělení chleba .....	28
2.12	Senzorická analýza.....	28
2.12.1	Podmínky pro senzorické hodnocení .....	28

2.12.2	Hodnotitelé a hodnocení .....	29
2.12.3	Vlastní senzorické hodnocení .....	29
2.12.4	Senzorické zkoušky .....	29
2.12.4.1	Zkouška pořadová.....	29
2.12.4.2	Metody s použitím stupnic.....	30
2.12.4.3	Zkouška duo-trio.....	30
2.12.4.4	Trojúhelníková zkouška.....	30
2.12.4.5	Srovnání se standardem .....	30
2.12.4.6	Metody stanovení senzorického profilu.....	30
2.12.5	Senzorické hodnocení chleba.....	30
2.12.5.1	Chuť .....	31
2.12.5.2	Vůně.....	31
2.12.5.3	Textura střídky .....	32
3	Experimentální část .....	33
3.1	Senzorická analýza.....	33
3.1.1	Pracovní pomůcky .....	33
3.1.2	Vzorky .....	33
3.1.3	Podmínky senzorického hodnocení .....	34
3.2	Statistické zpracování výsledků senzorické analýzy .....	35
4	Výsledky a diskuse.....	36
4.1	Vyhodnocení dotazníků .....	36
4.1.1	Pořadová zkouška .....	36
4.1.1.1	Grafické vyhodnocení pořadové zkoušky.....	36
4.1.1.2	Statistické zpracování výsledků pořadové zkoušky.....	38
4.1.2	Stupnicové metody .....	39
4.1.2.1	Grafické vyhodnocení vůně chleba.....	39
4.1.2.2	Statistické zpracování výsledků hodnocení vůně chleba .....	39
4.1.2.3	Grafické vyhodnocení textury chleba .....	40
4.1.2.4	Statistické zpracování výsledků hodnocení textury chleba .....	40
4.1.2.5	Grafické vyhodnocení chuti chleba .....	41
4.1.2.6	Statistické zpracování výsledků hodnocení chuti chleba.....	41
5	Závěr.....	43
6	Použitá literatura .....	44
7	Přílohy .....	47

# 1 ÚVOD

Chléb je jednou z nejdůležitějších potravin v lidské společnosti. Již na počátku svého využívání byl základní potravinou a těšil se u našich předků neobyčejné úctě a vážnosti [1]. První zprávy o chlebu kypřeném kvasem se datují ve východním středomoří kolem roku 1 800 př. n. l. Všeobecně se rozšířil až asi o 1 000 let později. Chléb však nahradil tehdejší základní potravinu, kaši, až ve 12. století [2].

Při výrobě základní lidské potraviny bylo převratem poznání kvašení. Právě odtud začíná vlastní historie pekařství, poněvadž chléb je výrobek získaný upečením těsta. Egypťané, Židé a Řekové již před 3 500 lety znali výrobu chleba, při níž používali k zakvašování těsta kousek starého, zralého těsta nebo rozkvašeného sladkého vína [1]. V Egyptě se pekl chléb po domácku v pecích, tvar chleba byl plackovitý a podobal se tvrdému sucharu [3]. Galové používali k zakvašování chleba pěny, která se tvořila na povrchu kvasících tekutin. Kvašení již používaly nejstarší národy při přípravě alkoholických nápojů [4].

V dobách př. n. l. nelze ještě hovořit o pekařském řemesle, jak se později vyvinulo ve starověku. První, kdo se zabývali pečením chleba, byli Indové, Peršané, Babyloňané, Asyřané, Židé a Fénicičané. Od nich se pak výroba rozšířila směrem na západ a na sever. Již v raných historických dobách bylo pekařství nerozlučně spojeno s mlynářstvím a zůstává tomu tak dodnes. V našich zemích se chléb připravoval vesměs podomácku. První zprávy o pekařích a pekařství jako řemeslu se objevují v 11. století, jak se zmiňuje ve své kronice Kosmas [3].

Výroba byla poté stále více zdokonalována z generace na generaci. Vývojový proces byl dovršen plně automatizovanými a mechanizovanými pekárny na chléb [1].

Existuje několik různých způsobů jak vyrobit chléb. Nakonec se ale výroba řídí podle jediných pravidel, vyplývajících z biochemických a fyzikálně chemických pochodů [5].

Jelikož je v poslední době kladen důraz na jakost potravin, než se chléb dostane ke spotřebiteli, musí projít mnohými zkouškami, které jsou řízeny normami, např. ČSN 56 0116 – 1 Metody zkoušení pekařských výrobků [6]. Jedna z takových zkoušek je senzorická analýza, která stále více nabývá na významu. Nejen již hotový chléb jí prochází v průběhu tzv. pekařského pokusu, kdy se z připraveného těsta upeče jeden vzorek a zhodnotí se jeho jakost, ale také některé suroviny, z nichž se chléb vyrábí, jí musejí projít.

Tato práce je zaměřena na senzorickou jakost pěti vybraných vzorků chleba od různých výrobců. Dva ze vzorků jsou žitno-pšeničné a zbylé tři pšenično-žitné. Všechny vzorky byly balené, krájené. Komise posuzující jakost těchto výrobků byla tvořena studenty a pracovníky FCH VUT a měla za úkol zhodnotit organoleptické vlastnosti daných pěti vzorků chlebů. Výsledky hodnocení byly následně vyjádřeny graficky a statisticky vyhodnoceny.

Na senzorickou jakost výrobků mají vliv suroviny, ze kterých je výrobek vyráběn, a také se na ní z nemalé části podílí technologický proces jejich výroby. Chléb byl v minulosti vyráběn několika různými postupy, dalo by se říci, že existovalo tolik výrobních procesů, kolik bylo pekáren. V dnešní době se veškeré postupy sjednocují do jednoho technologického výrobního procesu, který je plně automatizovaný, a produkuje nadprůměrné množství výrobků.

Zůstává však otázkou, zda chleby vyráběné v dnešní době dosahují takové kvality jako ty, které se vyráběly v minulém století.



## 2 LITERÁRNÍ PŘEHLED

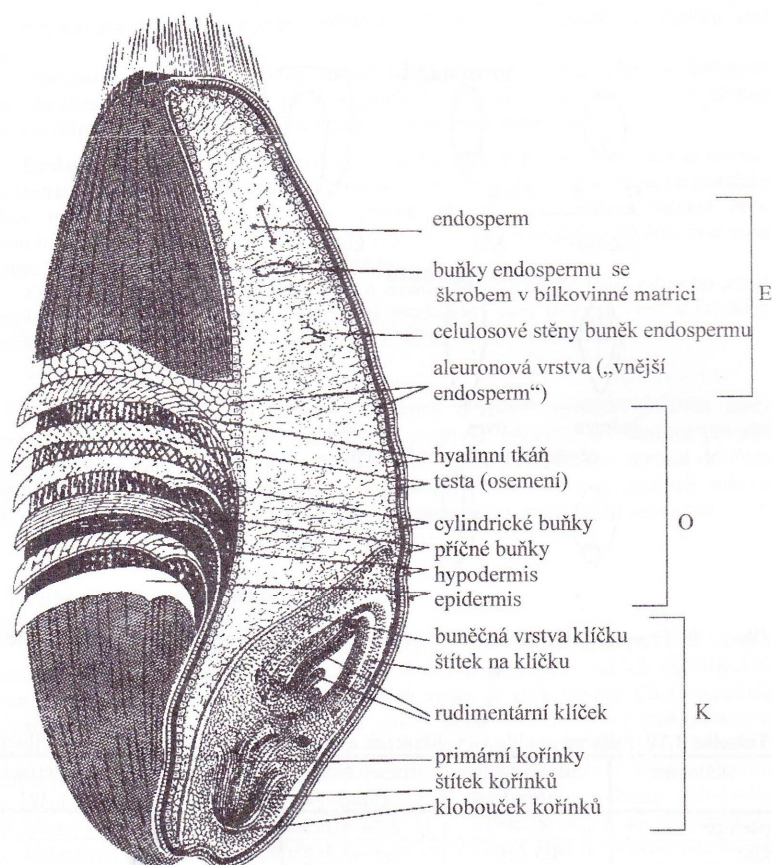
### 2.1 Obiloviny

Hlavní obilovinou používanou k výrobě chleba je žito seté (*Secale cereale*) a v menší míře pšenice obecná (*Triticum aestivum*), které slouží jako suroviny na výrobu žitných a pšeničných mouk. Chléb a také ostatní pečivo je hlavním zdrojem sacharidů ve výživě člověka [7, 8].

#### 2.1.1 Anatomická stavba obilného zrna

Obilní zrna je z botanického hlediska samostatným plodem, ze kterého se vyvine příští rostlina a je uloženo v klasech. Jeho stavba (viz obr. 2.1) má význam nejen při jeho hodnocení, ale také skladování a zpracování. Jednotlivé složky zrna mají různé mechanické, strukturní a fyzikálně chemické vlastnosti a v životě obilky i při jejím následném zpracování plní specifické funkce [7, 9]. Skládá se z těchto hlavních částí:

- Endosperm neboli jádro je hlavní zásobárnou živin pro vývoj klíčku a při klíčení zrna. Především se skládá z polysacharidu škrobu (přes 70 %) a směrem od středu ke kraji přibývá množství bílkovin (8 – 15 %). Tvoří 84 – 86 % celkové váhy zrna a je to právě ta část, kterou se mlýn snaží ze zrna dostat jako mouku. Je to také část zrna nejchudší na minerální látky.
- Aleuronová vrstva odděluje endosperm od obalových vrstev (osemení a oplodí). Obsahuje vysoké množství popela (7,5 – 11,0 %), a proto se mlýn snaží, aby se do mouky nedostala. Neobsahuje žádný škrob, obsah je tvořen převážně globuliny a tvoří 6,5 – 8,5 % celkové hmotnosti zrna.
- Osemení se skládá z barevné a hyalinní vrstvy. Je tou částí slupky zrna, která se při mletí odstraňuje a odpadá jako krmná mouka a otruby. Skládá se převážně z vlákniny a minerálních látek, tvoří 2 – 3 % váhy zrna.
- Oplodí je zevní část slupky zrna skládající se ze čtyř vrstev – pokožky, buněk podélných, buněk příčných a buněk hadicových. Vrstva příčných buněk je mikroskopicky charakteristická pro žito a pšenici. Skládá se z buničiny (celulosa) a minerálních látek a činí 3 – 4 % váhy zrna. Při mletí se odděluje do krmné mouky a otrub.
- Klíček (embryo) je stále živý a zárodkem příští rostliny. Neobsahuje žádný škrob, je bohatý na bílkoviny (35 %) a tuk (8 – 10 %), obsahuje sacharosu a rafinosu. Tvoří 1,4 – 3,8 % celkové váhy zrna. Je sídlem mnoha důležitých biogenních látek a to především enzymů a vitaminů. Při mletí je odstraňován z důvodu žluknutí tuků, což by negativně působilo na jakost mouk.
- Vousek je umístěn na opačném konci zrna než klíček. Jsou to jemné chloupky odstraňované při loupání zrna [7, 9, 10].



*Obrázek 2.1: Podélný řez pšeničným zrnem se znázorněním jeho morfologických vrstev. Vrstva přicházející během mletí do otrub O, do mouky E, odstraňované s klíčkem K [8].*

Zrno žita a pšenice se od sebe liší tvarem, barvou i vůní. Žitné je oválné, zploštělé, špičaté, barvu má nejčastěji šedo- až modrozelenou. Tvar pšeničného zrna je protáhlý, spíše tlustší, ne tolik špičaté, jeho barva je nažloutlá až nahnědlá nebo červenohnědá. Žito má také svůj charakteristický pach, který dobře rozeznají odborníci, ale lze ho těžce definovat. Dalším důležitým rozeznávacím znakem je velikost a tím pádem váha pšeničných a žitných zrn [7].

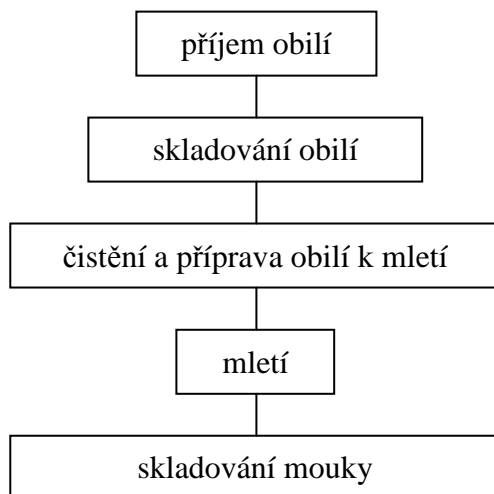
## 2.2 Mouka

Základní surovinou na výrobu chleba je mouka, která se získává mletím obilovin a následnou úpravou získaných šrotů a krupic. Obilovina, z níž se mouka připravuje, má podstatný vliv na její složení a tím i na její použití [10].

### 2.2.1 Technologie mlynářství

Jen velmi malá část obilovin sklizených ve světě je určena k výrobě obilných produktů pro lidskou výživu. Velká část se využívá jako krmivo pro zvířata a malý podíl se používá na osivo a pro průmyslové zpracování. V České republice se na mlýnské zpracování používá jedna třetina vyprodukované pšenice, žito se jako krmná směs používá minimálně, většina se ho pěstuje na mlýnské zpracování pro pekárny [11]. Mlynářství je řízeno normou ČSN 56 0512 Metody zkoušení mlýnských výrobků [12]. Na obr. 2.2 je znázorněno jednoduché schéma zpracování obilovin.

Mlecí proces je zaměřen především na vymletí obilky. Cílem je získat čistý endosperm [13].



Obrázek 2.2: Schéma zpracování obilovin [11]

#### 2.2.1.1 Příjem obilí

Obilí je do mlýna dováženo silničními nebo železničními vozidly, z nichž se vykládá ručně, ale v dnešní době se spíše upřednostňuje vykládání mechanickými zařízeními do tzv. koše. V horní části koše je mřížka nebo síto zachycující nejhrubší nečistoty obilí jako je kamení, úlomky cihel, kusy dřev, větévek atd. [7].

#### 2.2.1.2 Skladování obilí

Zásoby obilí se skladují v silech, buď podlahových, nebo hangárových skladech. Mokrě a vlhké obilí se musí sušit v šachtových nebo bubnových sušárnách na vlhkost 14 %. Sila jsou ocelobetonové nebo kovové šachty s výškou 20 m, které jsou zabudované do budov [13].

#### 2.2.1.3 Čistění a příprava obilí k mletí

Před mletím se obilí musí dokonale zbavit všech příměsí. K tomuto účelu slouží v mlýně čistírny. Základní prvky třídění na sítích jsou: pohyb obilné hmoty po síti a přepadávání menších zrn, než jsou otvory síta, takže se směs rozdělí na přechod (podíl, který zůstává na síti a postupuje dále) a propad [13].

Nejprve obilí určené k mletí prochází předčistírnou, za níž následuje vlastní čistírna, která tvoří podstatnou část mlýna. Obě tyto části se skládají z aspirátoru, triérů a magnetu. Aspirátor je soustava sít o různé hustotě a velikosti ok, kde je zrno zbaveno prachu, kaménků, hrudek, písku apod. Jemného prachu je obilí zbaveno vestavěným větrákem. Triéry jsou duté válce se sklonem, plášť je opatřený důlky, do kterých se při otáčení zachycují zrna stejné hmotnosti a hustoty jako je obilné zrno, ale odlišného tvaru. Nakonec obilí prochází přes magnetické separátory, kde se z proudícího zrna odstraní železné příměsi, hřebíky, šrouby apod.

Po zbavení prachu a hrubších znečištěnin se obilí pralo v obilních pračkách, které jsou dnes z ekonomických důvodů nahrazeny odkaménkovačem, kde se vzduchem na základě rozdílné měrné hmotnosti oddělují kaménky a těžší příměsi a nečistoty.

Následuje loupání obilí ve speciálních loupacích strojích, které byly nahrazeny špičáky, pracháky a novějšími loupacími stroji. Dnes jsou stále více používané odírací stroje skládající se z bubny se smirkovým drsným pláštěm, pomocí kterého se zrno odírá [8 – 10]. Při loupání se zrno zbavuje zevní buničité pokožky a jemných chloupků, slupka zrna by měla zůstat neporušená a celistvá, aby umožnila oddělení křehkých částic jádra vysáváním.

Prachu, který ulpěl na zrnu během loupání, se zrno zbavuje v kartáčovnách, což jsou bubny obsahující uvnitř mnoho kartáčů [7].

Vlhkost obilí se upraví na 15 – 16 % nakrápěním vodou ve speciálně konstruovaných přístrojích [2]. Obalové části zvláční, nelámou se a lépe se oddělí od jádra zrna při vysévání meliva. Ještě než je obilí podrobena mletí, nechá se odležet v odležovacích komorách přibližně 6 – 8 hodin [7].

#### **2.2.1.4 Mletí**

Úkolem mletí je co neúplněji oddělit slupku od endospermu a rozmělnit endosperm na předepsanou jakost (granulaci). Skládá se z řady základních technologických kroků, které se označují jako mlecí chody neboli pasáže [2].

Při mletí pšenice se získá maximální množství krupic, tomuto způsobu se říká mletí navysoko. Mletí žita – naplocho – je prováděno tak, aby se získal maximální podíl mouky z každého chodu [14].

Mlecí pasáže zahrnují vždy jednu drtící operaci a následuje třídění meliva na hruběji granulované produkty (krupice a krupičky) a jemně granulované – pasážní mouky (částice menší než 200  $\mu\text{m}$ ). Proces mletí pšenice dělíme do tří základních etap [2]:

- Šrotování – šetrné otvírání zrna, oddělení endospermu v hrubších částicích s nízkým výtěžkem pasážních mouk,
- Luštění krupic – drcení vytríděných a vyčištěných produktů (krupic), které obsahují ulpělou část slupky, a to tak aby zůstala neporušená a dala se snadno oddělit,
- Vymílání – drcení částic čistého endospermu na žádanou granulaci [2, 11].

V dnešních technologických postupech je obvyklé používání 5 šrotů, 5 luštících a 6 vymílacích chodů, celkem 16 pasáží, ale i více. Z každé pasáže vychází jedna nebo více pasážních mouk, které se podle obsahu popela míchají na obchodní druhy mouk [11].

Hlavní mechanickou částí drcení zrna jsou válcové stolice, které se skládají z páru ocelolitinových mlecích válců buď s hladkým, nebo rýhovaným povrchem [7]. Řídké, hluboké rýhy vedou k tvorbě krupic a slouží ke šrotování krupice. Husté rýhy vedou k tvorbě mouky, a proto se používají při mletí žita [2].

Melivo se třídí proséváním. Nejdůležitějším strojem je rovinný vysévač, což je kovová skříň tvořena soustavou 12 až 18 sítí vodorovně uložených nad sebou v rámech, které krouživými pohyby posouvají melivo po síti při současném prosévání a třídění podle zrnitosti (7 druhů meliva) [2, 13].

Hlavní částí reformy (čistička krupic) je tzv. žejbro pohybující se v uzavřené skříni a opatřené čtyřmi sítí za sebou, po kterých se pohybuje melivo, které je zespodu provětráváno. Částice se dělí na jaderný propad, přepad ze síta a lehké části slupek, unášené větrem do usazovacích komor [7].

Ve mlýně jsou dále řazeny vytloukací stroje (vytloukačky), které doplňují technologický účinek mlecích stolic, moučné míchačky, v nichž se jednotlivé pasáže mouky promísí, až se získá stejnoměrný produkt – hladká mouka [2].

Oproti pšenici je mletí žita mnohem jednodušší, pracuje se na 4 – 5 šrotů a 2 – 3 krupičné pasáže bez čištění. Jelikož je snahou získat z každé pasáže co nejvíce mouky, mletí je násilnější s většími přitlaky [11].

Technologický postup je v praxi mnohem složitější. Mouky musí odpovídat ustanovením příslušné jakostní normy a mlýn musí dosáhnout předepsané výše vymletí jedlých mouk [7].

Každý mlýn má vypracován tzv. mlecí program, podle kterého se řídí postup výroby mouky. Mlýn musí zajistit, aby vyrobené mouky měly vyhovující a standardní pekařské vlastnosti [10].

*Tabulka 2.1: Základní druhové mouky pšenice a žita [8]*

PARAMETRY	Typ	Obsah popela (max.)	Granulace (síto μm/min. propad [%])	
Pšeničné mouky				
Hrubá	T 450	0,50	485/96	162/15*
Polohrubá	T 400	0,50	366/96	162/75*
Hladká světlá	T 530	0,60	257/96	167/75
Hladká polosvětlá	T 650	0,75	257/96	162/75
Hladká chlebová	T 1000	1,15	257/96	162/75
Žitné mouky				
Výrazková	T 500	0,65	257/96	206/75
Chlebová	T 930	1,10	257/96	206/75

\* max. povolený propad

Běžný konzumní chléb obsahuje žitnou mouku T 930 a chlebovou mouku pšeničnou (T 1000) v poměru 45 : 55 (viz tab. 2.1) [9].

### **2.2.1.5 Skladování mouky**

Mouka se plní v mlýnech do pytlů a ukládá se ve skladišti mlýnských výrobků, odkud je dopravována do skladišť pekárny [7]. Skladiště mouky musí být dostatečně veliké, chladné a dobře větrané, naprosto suché a za každých okolností čisté [15]. Během skladování mouka dýchá, takže větrání hraje velmi důležitou roli. Větrání je zajišťováno ventilátory, ve velkých průmyslových pekárnách je udržování teploty a vlhkosti řízeno klimatizací.

Volná mouka se také ukládá do moučných sil, což je obdoba obilního sila. Pochody stárnutí mouky v síle probíhají naprosto stejně jako při skladování mouk v pytlích [7].

Čerstvá mouka není vhodná ke zpracování. Chléb z ní připravený je rozplývavý, nízký, s trhlinami v kůrce a malého objemu. Proto se musí nechat odležet vhodnou dobu, aby uzrála. U mouky pšeničné se doba zrání odhaduje na 12 dní až 2 měsíce, u žitné 8 až 30 dní [1].

Před vlastním zpracováním se mouka prosévá, aby se zbavila nečistot a obohatila se kyslíkem pro rozvoj kvasinek, a předešlívá nejméně na 20 °C po dobu 24 hodin [9].

## 2.2.2 Chemické složení mouky

Chemické složení mouky (viz tab. 2.2) závisí na druhu mouky, způsobu a době skladování apod. [10]. Pšeničná mouka se od žitné napohled liší – pšeničná je nažloutlá se smetanovým až načervenalým nádechem, zatímco žitná je bělošedá, od křídové běli až po šedivou barvu mouky [9].

Tabulka 2.2: Průměrné zastoupení hlavních složek v pšeničné a žitné mouce [10]

Složka	Procentuální obsah složek v sušině mouky	
	mouka	
	pšeničná	žitná
Škrob	75,0 – 79,0	69,0 – 81,0
Bílkoviny	10,0 – 12,0	8,0 – 10,0
Tuky	1,1 – 1,9	0,7 – 1,4
Cukry	2,0 – 5,0	5,0 – 8,0
Vláknina	0,1 – 1,0	0,1 – 0,9
Slizy	2,5 – 3,4	3,5 – 5,2
Popeloviny	0,4 – 1,7	0,5 – 1,7

### 2.2.2.1 Škrob

Z hlediska technologického i hmotnostního hraje škrob nejvýznamnější roli. Škrob po nabobtnání, zmazovatění a zcukření umožní činnost kvasinkám. Také se podstatným způsobem podílí na tvorbě střídky, a to tím, že váže vodu uvolněnou po denuraci bílkovin [14].

Škrob není jednotkou látkou, ale skládá se ze směsi dvou polysacharidů: amylosy a amylopektinu. Amylosa je ve vodě rozpustná, základem její struktury jsou glukosové jednotky spojené  $\alpha$ -1,4 glykosidickou vazbou v dlouhé lineární řetězce, helikálně svinuté. Amylopektin je ve vodě nerozpustný, má větvenou strukturu a častěji se v něm vyskytují vazby  $\alpha$ -1,6 spojující glukosové jednotky [11, 16]. Obilný škrob mívá 55 – 80 % amylopektinu, který tvoří vnější vrstvu škrobových zrn, vnitřek tvoří amylosa [7].

V mouce se škrob nachází v podobě zrn různého tvaru i velikosti. Pšeničná zrna mívají kulatý až oválný tvar, ve středu se nachází malá kulatá dutinka a soustředěné vrstvy, které vznikly ukládáním škrobových vrstev za různé intensity rostlinné tvorby. Zrna žitného škrobu jsou větší, rovněž kulatého a oválného tvaru, některá mají ve středu vícepraprskové charakteristické trhlinky [7, 10].

Škrobová zrna za zvýšené teploty a přítomnosti vody bobtnají a zvětšují objem. Optimum bobtnání nastává při teplotách 40 až 50 °C, při dalším zvýšení teploty dochází ke zmazovatění škrobu, což má nesmírný význam pro spékání těsta. Vnější část škrobových zrn bobtná, vnitřní mikrokrytalická přechází na koloidní roztok, a vzniká tak škrobový maz. Jeho viskozita silně stoupá a je důležitá pro jakost těsta a zadržování kvasných plynů. Zvláště významnou složkou je u výrobků z mouk žitných, jelikož jim chybějí bílkoviny lepkového charakteru, které spolu se škrobovým mazem tvoří kostru těst a střídky výrobků pšeničných. U žitného škrobu se počátek mazovatění pohybuje při teplotě 50 až 62 °C, u pšeničného při teplotě 55 až 67 °C. Optimální viskozita u žitného škrobu je kolem 70 °C, u pšeničného kolem 90 °C [7, 10].

Škrob je biochemicky hydrolyzován amylolytickými enzymy, tzv. amylasami. V mouce se vyskytují především dva typy amylas:

- $\alpha$ -amylasa – způsobuje štěpení molekul amylosy i amylopektinu v libovolném místě řetězce a v případě amylopektinu může odštěpovat jak z volných konců řetězce, tak i dále ve větvené struktuře za vazbami  $\alpha$ -1,6. Mění škrob v zásadě na dextriny a méně na maltosu. Je velmi citlivá na kyselost prostředí.
- $\beta$ -amylasa – působí naopak z vnějšku makromolekul amylosy a amylopektinu. Způsobuje postupné odštěpování molekul maltosy od konce polymerního řetězce. U amylopektinu však štěpí jen volné konce rozvětveného řetězce, to znamená, že není schopna jej hydrolyzovat úplně. Vytváří ze škrobu v zásadě maltosu a v menší míře dextriny [9, 11].

#### **2.2.2.2 Bílkoviny**

Bílkoviny neboli proteiny jsou druhou nejvýznamnější složkou mouky a mají rozhodující význam pro technologii a znaky jakosti těsta a pečiva [7].

Jedná se o biomakromolekuly složené z tisíců aminokyselin spojených peptidovými vazbami [16]. Převážnou většinu obilných bílkovin tvoří jednoduché bílkoviny, především albuminy, globuliny, prolaminy a gluteliny [10]. Z hlediska technologického mají největší význam zásobní bílkoviny obsažené v endospermu – gliadin (patří do skupiny prolaminů) a glutenin (ze skupiny glutelinů). Tyto bílkoviny ve vodě nejsou rozpustné, ale intenzivně ji přijímají a bobtnají [11]. Vzniká tak tažná hmota, lepek, která tvoří 80 až 88 % veškerých moučných bílkovin. Z těsta se dá vyprat vodou a vznikne tak mokrá lepek, po vysušení suchý lepek [10].

U pšenice prolaminy a gluteliny bobtnají pouze omezeně a to za současného vložení mechanické energie na hnětení za přítomnosti vzdušného kyslíku. Jelikož je pšeničná mouka v podstatě rozdrčený endosperm, lepek tvoří vlastní kostru těsta. Lepek je příčinou jedinečných vlastností pšeničného těsta, především jeho tažnosti a pružnosti. Mouky žitné bobtnají také omezeně, ale jejich větší část tvořená albuminy a globuliny neomezeně, přičemž bílkoviny peptonizují a přecházejí zčásti v koloidní roztok. To je důvodem, proč je žitné těsto ve srovnání s pšeničným méně pružné a tažné [10, 11].

Obilní bílkoviny, jako všechny bílkoviny, se enzymaticky nebo účinkem kyselin štěpí až na aminokyseliny. Toto hydrolytické štěpení je podmíněno specifickou skupinou enzymů tzv. proteas nebo proteolytických enzymů. Stavba pšeničného těsta je poškozením lepku proteolytickými enzymy narušena, těsto se stává méně pevným a odolným vůči oxidu uhličitému vzniklému během kvašení [7].

#### **2.2.2.3 Tuky**

Chemicky se jedná o estery vyšších mastných kyselin a alkoholu glycerolu. Patří do skupiny tukových látek tzv. lipidů. V tucích z pšeničné mouky jsou přítomny především nenasycené mastné kyseliny (ve svém řetězci mají jednu nebo více dvojných vazeb): olejová ( $C_{18}H_{34}O_2$ ), linolová ( $C_{18}H_{32}O_2$ ), a v menším množství kyseliny nasycené: palmitová ( $C_{16}H_{32}O_2$ ) a stearová ( $C_{18}H_{36}O_2$ ). Naopak je to v tuku žitné mouky, kde převládají nasycené kyseliny před nenasycenými [7, 10, 16].

Nežádanou vlastností tuků je jejich sklon k žluknutí. Jedná se o oxidační proces, který je závislý na přítomnosti vzdušného kyslíku, vody, světla, teploty a mikroorganismů.

Katalyzátorem reakce jsou specifické, tuky štěpící enzymy, tzv. lipasy – lipolytické enzymy. Tuky se štěpí na glycerol a mastné kyseliny, z nichž se vytvářejí dalšími oxidačními procesy aldehydy a ketony. Ty mají nepříjemnou chuť a zápach, moučný tuk žlukne a znehodnocuje mouku, jež nabývá hořké chuti a nepříjemného zápachu [7, 10, 11].

Přítomnost tuků a zejména fosfolipidu lecithinu je v mouce technologicky nutná, neboť při mísení a zrání těsta vytvářejí s lepkem komplex, čímž podporují jeho bobtnavost [10].

#### **2.2.2.4 Vláknina**

Vláknina je v mouce představována nestravitelnými nebo těžko stravitelnými polysacharidy, především celulosou a hemicelulosou, dále pak ligninem, pektinovými látkami, rostlinnými gumami aj. [10]. Celulosa je tvořena řetězcí glukosových jednotek spojených  $\beta$ -1,4 glykosidickou vazbou, je zcela nerozpustná a ani za normálních podmínek nebobtná [11].

#### **2.2.2.5 Slizy**

Jedná se o různě zesíťované makromolekuly polysacharidů na bázi pentos – arabinosy a xylosy – čistých pentosanů, nebo příslušných glykoproteinů. Slizy žitné mouky tvoří bílý prášek rozpustný ve vodě. Nerozpustné pentosany tvoří nažloutlá hygroskopická vlákna, bobtnající ve vodě, která se při intenzivním míchání rozpouštějí na nažloutlý koloidní roztok. Při zvýšení koncentrace tvoří nepružný gel, který ovlivňuje základním způsobem vlastnosti žitného chleba [14]. Žitné slizy mají větší relativní molekulovou hmotnost a viskozitu než slizy pšeničné. V těstě rychle bobtnají a vytvářejí komplexy s bílkovinami i škrobem. To je důvod, proč ze žitného těsta nelze vyprat lepek [10].

#### **2.2.2.6 Popeloviny**

Popeloviny obsažené v mouce jsou minerální látky, které po spálení mouky zanechají nespálitelný važitelný podíl, popel [10].

V moukách jsou zastoupeny tyto nejdůležitější prvky: fosfor, draslík, hořčík, vápník, sodík, síra, železo a mangan. Ve stopových množstvích jsou přítomny další biologicky účinné prvky: měď, zinek, kobalt, křemík, chlor, jod a apod. [7].

### **2.3 Voda**

Voda používaná k zadělávání na chlebová těsta má odpovídat požadavkům kladeným na pitnou vodu, tzn. musí být zdravotně nezávadná [15]. Požadavky na pitnou vodu jsou ve Vyhlášce Ministerstva zdravotnictví č. 376/2000 Sb. [17]. Přírodní vody obsahují rozpuštěné minerální soli, především vápníku a hořčíku, ve formě uhličitánů, síranů a chloridů. Poměr a množství minerálních solí rozpuštěných ve vodě způsobuje fyzikálně chemické změny v těstě, protože silně ovlivňuje činnost bílkovin. Jsou to příznivé změny, projevující se zvýšením pevnosti a pružnosti těsta. Také je žádoucí, aby voda měla kyselou reakci, která působí příznivě na bobtnání bílkovin v těstě [7].



Z hlediska technologie chleba má voda několikový význam:

- a) Podporuje rozpuštění látek složených z iontů, např. chloridu sodného, čímž vznikají nasycené roztoky – solanky používané při výrobě těst.
- b) Stabilizuje a umožňuje vázání vody na opačně orientované póly funkčních skupin některých organických sloučenin, jako jsou např. bílkoviny, škrob, emulgátory apod.
- c) Vlivem polarity se mezi jednotlivými molekulami vody vytváří poměrně labilní vazba vodíkovými můstky.

To je důsledkem relativně vysokého bodu varu vody, což má velký význam při tvorbě střídky pečiva při pečení [10].

## 2.4 Sůl

Sůl používaná v pekařství, jinak také zvaná sůl kuchyňská nebo kamenná, je chemicky chlorid sodný. Svou jakostí musí odpovídat příslušným potravinářským předpisům, tj. musí být zdravotně nezávadná [15]. Pro přípravu těsta se používá nasycený roztok chloridu sodného – solanka o koncentraci 26 až 29 %. Sůl se přidává v malých dávkách, které se do kynutých těst aplikují v množství 1 až 1,5 % na hmotnost použité mouky. Toto množství má však nepříznivý vliv na kvasinky. Bylo prokázáno, že menší přídavek soli, do 0,5 %, působí na kvasinky dráždivě a povzbuzuje je k intenzivní činnosti. Vždy se přidává až do zámisu na těsto, nikdy ne do kvasů, poněvadž by svými účinky bránila činnosti kvasinek. Jinak působí na bílkoviny, které jsou jejím vlivem dehydratovány, čímž je zpomalováno jejich bobtnání. Těsta se stávají pevnějšími a kratšími a neměknou tak snadno. Výsledkem je zpevnění střídky a zlepšení pórovitosti [7, 9, 10].

## 2.5 Sladové přísady

Přidáním sladové moučky nebo sladových výtažků (extrakty) do pšeničné mouky se zvýší její diastatická mohutnost. Dochází ke zvětšení tvorby cukrů během kvasného procesu a kynutí těst je tím intenzivnější. Vytvořené cukry působením tepla při pečení karamelizují, což způsobí zbarvení kůrky chleba. Z žitných mouk lze upéct kvalitní chléb bez přísady sladových přísad, a proto se používají jako prostředek k opravování nedostatků mouk vadných [7].

## 2.6 Cukry

V pekařství mají cukry několikový význam – uplatňují se po stránce chuťové, příznivě ovlivňují barvu kůrky pečiva a jsou základní živinou pro kvasinky. Cukry se do těsta přidávají rozpuštěné ve vodě potřebné pro vymísění těsta. Nejběžněji používaným sladidlem je sacharosa, neboli řepný cukr, což je chemicky disacharid složený z monosacharidů glukosy a fruktosy [7, 10, 14]. Sacharosa taje při 160 °C a při 220 °C karamelizuje, to znamená, že začíná odštěpovat vodu a mění se na hnědě zbarvený karamel. K tomu dochází během pečení na povrchu chleba, čímž vzniká nahnědlá barva kůrky. Řepný cukr ale není zkvasitelný přímo, kvasí až po inversi, což je hydrolytické štěpení na fruktosu a glukosu, které jsou kvasinkami přímo zkvasitelné na oxid uhličitý a etanol. Hydrolýza sacharosy probíhá působením enzymu invertasy (obsaženého v kvasinkách) a to během sedmi minut [1, 7, 14].

## 2.7 Tuky

Každé těsto i pečivo obsahuje určité množství tuku, který přešel do mouky z obilného zrna. Zejména fosfolipidy při mísení a zrání těsta vytváření komplex s lepem a podmiňují jeho bobtnavost. Vyšší dávky tuku naopak omezují bobtnání (hydrataci) moučných bílkovin, tedy vznik těsta, a zpomalují také proces jeho kynutí. Tenké tukové kuličky obalují kvasinkové buňky, tím omezují jejich přijímání potravy a uvolňování produktů biochemických procesů. Přidání tuků prodlužuje životnost pečiva [1, 7, 10].

## 2.8 Ostatní suroviny

Během výroby chleba se do žitné mouky přidává příměs mouky pšeničné, která přítomností lepku zvyšuje pevnost a pružnost žitných těst, takže se lépe rozpracovávají než těsta ze samotné mouky žitné. Pšeničná mouka snižuje diastatickou mohutnost, takže tvorba zkvasitelných cukrů je méně intenzivní [7].

Žitný i smíšený chléb se peče bez kvasnic (droždí). Jen ve zcela výjimečných případech a v některých zemích se k chlebovému kvasu přidávají kvasnice, které však jakost chleba ovlivňují spíše nepříznivě [15].

V současné technologii se používá celá řada zlepšovacích přísad jako antioxidantů (kyselina askorbová), emulgátorů, látek vázících vodu, enzymů, ochucovacích a aromatizujících látek (kmín, fenykl a anýz, koncentrát ze žitných kvasů), barvicích látek (karamel, cikorka). Pro speciální typy se používá mnoho druhů semen (slunečnice, sezam, lněné semínko atd.) [11].

## 2.9 Technologie výroby chleba

V minulosti byla výroba pečiva soustředěna ve velkém počtu malých pekáren s použitím různých technologických postupů, a tím vznikaly chleby s různou jakostí. V dnešní době jsou klasické postupy nahrazeny kontinuálně komplexními mechanizovanými linkami s průběžnými pecemi na výrobu chleba a pečiva. Kontinuální výrobníky kvasů a těsta představují nejvyšší stupeň mechanizace výroby, což zabezpečuje vysokou a standardní jakost výrobků [13].

### 2.9.1 Vedení žitných kvasů

Základem výroby chleba jsou kvasy, které se tvoří přímo ve výrobním procesu – na rozdíl od výroby pšeničného pečiva, kde jsou základem uměle přidané kvasinky. Kvas je kus těsta ze žitné mouky a vody, ve kterém za přítomnosti teploty nastávají změny vedoucí k vytvoření látek potřebných k výrobě chleba. V kvasu se pomocí kvasinek tvoří oxid uhličitý, který nafukuje těsto. Pomocí bakterií mléčného kvašení se tvoří kyseliny mléčná, octová aj., které umožňují dokonalé zbobtnání žitných bílkovin a tím utvoření pevné struktury těsta [5].

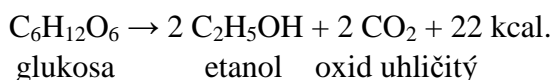
Kvasinky a mléčné bakterie se dostávají do kvasu tím, že se odejme malý kousek vyzrálého posledního kvasu (tj. posledního třetího stupně) před uděláním těsta, ve kterém jsou kvasinky i bakterie kysání plně zastoupeny. Tento kousek těsta – základ výroby – nazýváme nátěstkem. Pokud má nátěstek vydržet delší dobu bez poškození, přidá se k němu mouka až je zcela suchý, a vznikne tak drobenka [1, 3].

Těsto vzniklé smísením nátěstku s vodou a moukou se nazývá kvásek. Dalším přidáním vody a mouky do vykvašeného kvásku vzniká vlastní kvas [1]. Kvas se nepřipravuje najednou, ale v několika stupních: ke kvasu z minulé výroby, ve kterém je již namnožena kulturní mikroflóra, se přidávají postupně malá množství žitné mouky a vody. Do těsta se vedle kvasu, který se skládá výhradně z žitné mouky a vody, přidává mouka pšeničná, sůl a další přísady. Kvas tvoří 50 – 60 % hmotnosti chleba [9].

### 2.9.2 Biochemie žitných kvasů

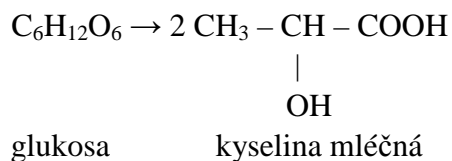
Kvasné procesy probíhající v žitných kvasech jsou podstatou biologického kypření těst. Kvašení je rozklad organických látek mikroorganismy, které si takto opatřují energii ke svému životu. Vzniklé plynné látky těsto kypří, zatímco ostatní kapalné produkty kvašení dodávají konečnému výrobku žádoucí chuťové vlastnosti [3, 4].

Z pekařského hlediska, především při výrobě chleba, má nejdůležitější význam hlavně kvašení mléčné čili kysání, alkoholové kvašení hraje pouze druhotnou roli. Při alkoholovém kvašení vzniká jako hlavní produkt etanol. Zjednodušeně lze kvašení vyjádřit rovnicí [4]:



Hlavní původci alkoholového kvašení jsou kvasinky rodu *Saccharomyces*, *Zygosaccharomyces*, *Hansenula*, *Pichia*, *Willia* a *Schizosaccharomyces*. Kvasinky zkvašují přímo pouze jednoduché cukry. Sacharosa se enzymem sacharasou štěpí na monosacharidy D-glukosu a D-fruktosu, maltosa enzymem maltasou na 2 molekuly glukosy, škrob nejdříve amylasou na maltosu a dále na 2 molekuly glukosy [4].

Hlavní zplodinou, která vzniká při mléčném kvašení, je kyselina mléčná. Nejčastěji vzniká zkvašováním glukosy, galaktosy, laktosy, sacharosy, rafinosy, arabinosy a někdy i vícemocných alkoholů. Zjednodušeně lze rozklad vyjádřit jako [3, 4]:



Vyvolávají ho bakterie mléčného kvašení, které se dělí na homofermentativní (*Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus delbrückii*), které vytvářejí z cukrů v těstě výhradně kyselinu mléčnou, a na heterofermentativní, které z cukrů vytvářejí nejen kyselinu mléčnou, ale i určité množství kyseliny octové, etanolu a oxidu uhličitého (*Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus fermenti*). Kyselina mléčná i octová dodávají chlebu typickou navinulou vůni a chuť. Kyselé prostředí v kvasech vytváří vhodné prostředí pro růst a množení kvasinek, omezuje činnost a množení nežádoucích mikroorganismů, má příznivý vliv na bobtnání škrobu a bílkovin, takže kvas nebo těsto rychleji dozrává [18].

### 2.9.3 Mikroflóra žitných kvasů

V žitném těstě panují složité vztahy mikrobiálních a biochemických procesů, které určují charakteristické rysy chleba – chuť, aroma, celkovou vyšší aktivní kyselost a drobnější

pórovitost střídky. Hlavní skupinu mikroorganismů tvoří mléčné bakterie, zodpovědné za mléčné kvašení, druhotný význam má alkoholové kvašení způsobené kvasinkami [1].

### 2.9.3.1 Kvasinky

Kvasinky jsou jednobuněčné organismy patřící do čeledi hub. V žitných kvasech jsou obvykle zastoupeny dvěma druhy – *Saccharomyces cerevisiae* (viz obr. 2.3) a *Saccharomyces minor*. První druh je větší a spíše se blíží droždářským kvasinkám, druhý je menší, kulatého tvaru, netvoří spory a je považován za zvláštní chlebovou kvasinku. K dalším rodům přítomným v kvasech patří *Candida*, *Hansenula*, *Mycoderma*, *Pichia*, *Torula*, *Torulopsis*, *Willia*. Kvašení probíhá za teploty 28 – 32 °C a optimálního pH 4,5 – 5,1. Příznivou teplotou pro činnost pekařských kvasinek je teplotní rozmezí 30 až 32 °C. Množství chloridu sodného nad 0,5 % působí škodlivě svým plazmolytickým účinkem, zejména v kvasech. Proto se sůl nikdy nepřidává do kvasů, ale až při mísení těsta [1, 3, 4].

### 2.9.3.2 Mléčné bakterie

Mléčné bakterie způsobující kysání patří do početné skupiny bakterií, představované jednobuněčnými bakteriálními mikroorganismy velmi nepatrných rozměrů. Činnost bakterií mléčného kvašení v kvasech a těstě je při výrobě chleba prospěšná z několika důvodů:

- Kyselina mléčná a kyselina octová dodávají chlebu typicky navinulou chuť a vůni,
- Tvorba aromatických látek zlepšuje chuť a vůni chleba,
- Vytvořené kyselé prostředí působí příznivě na kvasinky, což se projevuje zvýšením jejich růstu a činnosti,
- Kyselé prostředí tvoří ochranu, čímž se potlačuje množení a činnost nežádoucích mikroorganismů,
- Kyseliny ovlivňují koloidní poměry v kvasech a těstech tím, že umožňují dokonalejší zbobtnání bílkovin mouky, které jsou pak schopny lépe vázat vodu,
- Ovlivňují barvu střídky, kterou činí světlejší,
- Vytvořený oxid uhličitý kypří těsto [3].



Obrázek 2.3: *Saccharomyces cerevisiae* [19]



Obrázek 2.4: *Lactobacillus plantarum* [20]

Tabulka 2.3: Zastoupení různých druhů laktobakterií v žitných kvasech [21]

Získané bakterie	Podíl izolovaných kmenů [%]	Výskyt v nakysnutém těstě [%]
Homofermentativní	54,0	
<i>Lactobacillus delbrüeckii</i>	4,0	10,1
<i>Lactobacillus leichmannii</i>	1,8	8,3
<i>Lactobacillus plantarum</i>	41,1	66,7
<i>Lactobacillus casei</i>	7,1	19,4
Heterofermentativní	46,0	
<i>Lactobacillus brevis</i>	24,8	50,0
<i>Lactobacillus fermentii</i>	14,1	19,4
<i>Lactobacillus pastorianus</i>	4,9	2,8
<i>Lactobacillus buchneri</i>	2,2	2,8

Spicher [cit] zkoumal zastoupení různých druhů laktobakterií v žitných kvasech. V tabulce 2.3 jsou uvedeny bakterie, které z kvasů vyizoloval. Z tabulky 2.3 také vyplývá, že největší podíl tvoří homofermentativní kmeny. Tvorby kyselin dosahují v teplotním rozmezí 30 – 40 °C, u hlavních typů 30 až 35 °C, horní hranice leží mezi 40 až 50 °C. Nejdůležitějším zástupcem homofermentativních bakterií je *Lactobacillus plantarum* (viz obr. 2.4) a heterofermentativních *Lactobacillus brevis* [1].

#### 2.9.4 Třístupňové vedení na kvas

Rámcový technologický postup (RTP) je všeobecný technologický postup, který poskytuje technologům dostatek volnosti k eventuálním vyrovnáním výkyvů v jakosti suroviny, je sestaven na jednotném principu [1].

Při vedení kvasu jako základu se používá drobenka nebo nátěstek a postupným zmlazováním a zvětšováním (tj. přidáváním mouky a vody) se získá vlastní konečný kvas používaný k zakvašení těsta. Vedení kvasu se provádí ve třech stupních (viz tab. 2.5). III. stupeň představuje již vlastní kvas. Jelikož se jedná o dva různé kvasné procesy, alkoholové a kyselé kvašení, musí se dodržet přesné životní podmínky pro kvasinky i pro mléčné bakterie [4]. I. stupeň se vyznačuje nárůstem objemu, hrubě pórovité struktury a množí se v něm především kvasinky. II. stupeň je tužší a jeho podmínky vyhovují bakteriím mléčného kvašení. III. stupeň je vhodný pro růst kvasinek i bakterií (viz tab. 2.4) [9].

Tabulka 2.4: Podíl kvasinek a bakterií v mikroflóře kvasu a těsta [21]

Stupeň kvasu a těsta	Průměrný počet KTJ · g <sup>-1</sup> · 10 <sup>6</sup>			
	Kultivační stanovení		Mikroskopické stanovení	
	celkový počet	poměr kvasinek a bakterií	kvasinky	bakterie
základ	6,82	60 : 40	18,4	1 050
I. stupeň	4,26	60 : 40	17,5	1 121
II. stupeň	1,64	40 : 60	30,4	1 694
III. stupeň (kvas)	10,30	70 : 30	20,9	800
těsto	5,01	80 : 20	15,6	697

Tabulka 2.5: Rámcové vedení třístupňového žitného kvasu pro 100 kg těsta [14]

Základ			
drobenka	1,46 kg	teplota	24 – 25 °C
voda	1,86 kg	výtěžnost	200 %
mouka	0,84 kg	kyselost	11 – 12 °
zákvas	4,16 kg	doba zrání	8 až 10 h

I. stupeň			
základ	4,16 kg	teplota	24 – 25 °C
voda	3,36 kg	výtěžnost	200 %
mouka	3,36 kg	kyselost	9 – 10 °
zákvas	10,88 kg	doba zrání	5 h

II. stupeň			
I. stupeň	10,88 kg	teplota	24 – 25 °C
voda	9,66 kg	výtěžnost	200 %
mouka	8,86 kg	kyselost	9 – 10 °
zákvas	29,40 kg	doba zrání	5 h

III. stupeň			
II. stupeň	29,40 kg	teplota	28 – 30 °C
voda	29,82 kg	výtěžnost	200 %
mouka	24,78 kg	kyselost	9 – 10 °
zákvas	84,00 kg	doba zrání	3 h
1/3 zákvasu	28,00 kg nově do III. stupně		
2/3 zákvasu	56,00 kg do těsta		

Těsto			
III. stupeň	56,00 kg	teplota	29 – 30 °C
voda	11,00 kg	výtěžnost	164 %
mouka	33,00 kg	kyselost	9 – 10 °
zákvas	100,00 kg	doba zrání	h
sůl	0,91 kg		

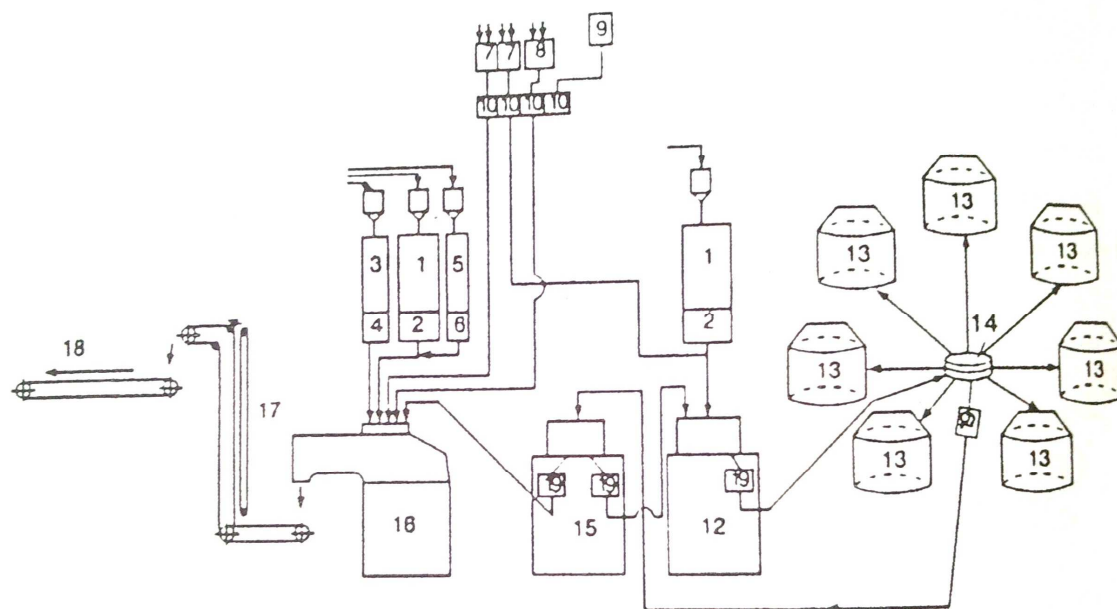
V průmyslových pekárnách s kontinuální výrobou se tento proces provádí opakovaně celý týden, takže vyváděcí cyklus (příprava základu, I. a II. stupně) se realizuje jednou týdně.

Výtěžnost udává, kolik se připravilo daného stupně (kvasu, těsta), nebo kolik se vyrobilo hotových výrobků ze 100 kg celkem použité mouky. Vypočítá se jako celková hmotnost kvasu podělená hmotností celkové použité mouky a vyjadřuje se v procentech [9].

### 2.9.5 Kontinuální výrobny kvasů a těst

V dnešní době je výroba chleba plně automatizovaná, používají se kontinuální výrobny chlebových kvasů a těst KVT, s kapacitou až 2 500 kg těsta za hodinu. Výrobny KVT je sestaven z většího počtu zařízení (viz obr. 2.5):

- Zařízení na temperování vody a rozpuštění soli (příprava solanky) pracuje na principu protékání vody vrstvou krystalické soli, kontinuálně pomocí speciálních čerpadel s ručním nebo dálkovým ovládáním.
- Čerpadlo na dávkování kapalin.
- Zásobníky a dávkovače mouky a sypkých přísad pracují na principu elektronické dávkovací váhy s vibračním dovažováním s přesností  $\pm 1\%$ .
- Šlehač kvasu je svislá válcová nádoba s lopatkovým šlehadlem, kam je čerpadly přiváděn kvas, mouka a voda. Vyšlehaný kvas je dopravován zubovým čerpadlem do kvasného zařízení.
- Kvasné (zrací) zařízení je tvořeno sedmi samostatnými menšími uzavřenými nádobami, jejichž plnění a vyprazdňování zajišťuje rozdělovač umístěný uprostřed mezi nádobami.
- Odlučovač kvasného plynu (míchač kvasů) intenzivním mícháním homogenizuje kvas, zbaví ho kvasných plynů a pomocí čerpadel se 1/3 kvasu vede zpět do šlehače a 2/3 kvasu do hnětače.
- Kontinuální hnětač těsta je vybaven válcovitou hnětací komorou. V ní se proti sobě otáčejí rotory se šroubovitě uspořádanými hnětacími tyčemi. Škrticí klapka u výtokového otvoru reguluje výkon stroje. Nepřetržitý pás dopravuje těsta šikmým dopravníkem do zracího zařízení.
- Zařízení na zrání těsta tvoří široký pás s odnímatelným krytem. Těsto zraje po dobu 10 až 30 minut a pak je předáno do zásobního koše dělicího stroje [1, 9].



Obrázek 2.5: Schéma kontinuálního výrobny kvasů a těst KVT [9]

1, 2, 3, 4, 5, 6 zásobníky a dávkovače sypkých přísad, 7, 8, 9, 10 zásobníky a dávkovače tekutých přísad, 12 šlehač kvasu, 13, 14 kvasné zařízení, 15 míchač kvasu, 16 hnětač těsta, 17, 18 dopravník a zrání těsta, 19 zubová čerpadla kvasu

### 2.9.6 Formování těsta

Zralé chlebové těsto se formuje na tvar vecky nebo bochníku. Jejich hmotnost je 1, 1,5 a 2 kg. Těsto se dělí na objemovém nebo hmotnostním principu. Při objemovém dělení se nasává do válce a po odřezání se z něho vytlačí. Při hmotnostním dělení z kolmé trubice vychází těsto na vážící tyč, které po dosáhnutí vyžadovaného sklonu dá impuls řezacímu zařízení. Jednotlivé kusy padají na vyvalovací pásy, ze kterých vyformovaný bochník padá do moukou vysypaných ošatek, které postupují v několika řadách do kynárny, ve které potom kynou [13].

### 2.9.7 Kynutí těsta

Vytvarované chleby se nechají kynout na ošatkách (viz obr. 2.6) uložených v pojízdných vozících nebo průběžných kynárnách ručně obsluhovaných. V kynárně, která je součástí komplexně mechanizované tvarovací linky, jsou těstové kusy uloženy ve vaničkách nahrazujících ošatky. Při teplotě místnosti 24 až 27 °C se dosáhne optimálního nakynutí těsta za 40 až 50 minut [18].



Obrázek 2.6: Kynutí chlebů na ošatkách [22]

### 2.9.8 Pečení chleba

Pečení je závěrečnou, a pro jakost chleba rozhodující, etapou výrobního procesu. V průběhu pečení prodělává polotovar zásadní biochemickou přeměnu na hotový, sensoricky atraktivní výrobek [1]. V malovýrobních podnicích se vykynuté těsto nechává s plechy na vozících, které se převezou z kynárny do pece (viz obr. 2.7). Ve velkých průmyslových pekárnách jsou průběžné pásové pece, kde jsou na jedné straně sázeny těstové kusy, na druhém konci vypadávají upečené výrobky. Chléb se začíná péct při nejvyšší teplotě 230 až 280 °C, jedná se o tzv. zapékání, po určité době se teplota postupně snižuje a závěrečná část pečení, tzv. vypékání, probíhá při teplotách kolem 200 °C [11].

Ihned po sázení těsto zvětší svůj objem, po určité době se tento růst zastaví. Povrch chleba se pokrývá tenkou blankou, která se postupně mění v kůrku. Pod kůrkou se vytváří střídka, která je na dotyk suchá a zachovává svoji strukturu. Celý vnitřní objem se zmenší na střídku až bezprostředně před ukončením pečení. Teplota střídky nikdy nepřekročí 100 °C [13].

Doba pečení se pohybuje kolem 35 – 80 minut a závisí na teplotě pece, hmotnosti výrobku, tvaru chleba, způsobu pečení, druhu mouky (žitná mouka pečení prodlužuje) [9].





Obrázek 2.7: Sazení chlebů do etážových pecí [23]

### 2.9.8.1 Druhy pecí

Elektrická výtazňá etážová pec má čtyři etáže, nezávisle vytápěné horní a dolní řadou odporových topných tyčí. Pečicí plocha je tvořena síťovým pásem podloženým plechem. Vozítkové konvekční pece jsou výhodnější jak z hlediska obsluhy, tak i tepelných ztrát. Pečicí plocha je tvořena samotnými plechy (16 – 24), které se nad sebe zasunují do rámu vozíku zaváženého do boxu, kde se upevní na závěsné a otáčecí zařízení. Po uzavření boxu vozík s plechy rotuje po celou dobu pečení [9].

### 2.9.8.2 Změny v těstě během pečení

Při pečení dochází v těstě k zásadním mikrobiologickým a biochemickým změnám (viz tab. 2.6), které mají hlavní význam při tvorbě jakostních znaků chleba.

Tabulka 2.6: Změny v těstě v průběhu pečení [14]

Teplota	Probíhající změny	
do 40 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>zvýšená intenzita činnosti kvasinek</li> </ul>	Zvětšení objemu chleba je po dobu 5 – 10 minut podporované také rozpínáním oxidu uhličitého, alkoholu a částečně vnitřní vodní páry.
50 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>zastavení činnosti kvasinek</li> </ul>	
40 – 60 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>silně vzrůstá bobtnání škrobu</li> </ul>	
60 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>přestává prakticky činnost kvasné mikroflóry včetně mléčných bakterií</li> <li>počátek koagulace (denaturace) bílkovin</li> </ul>	
50 – 70 °C	<ul style="list-style-type: none"> <li>mazovatění škrobu</li> </ul>	Pro dobrou jakost střídky je zapotřebí dosáhnout teploty během pečení vyšší než 90 °C.

69 °C	• počátek tvorby střídky až do 98 °C	
70 °C	• inaktivace $\beta$ -amylasy	
75 °C	• inaktivace $\alpha$ -amylasy	
80 °C	• inaktivace proteolytických enzymů	
do 100 °C	• probíhá termická reakce monosacharidů s produkty hydrolýzy bílkovin, zvláště aminokyselinami (Maillardova reakce)	Tvorba melanoidních látek způsobujících zbarvení kůry.
110 – 120 °C	• dextrinace škrobu	
120 – 140 °C	• tvorba tmavě zbarvených dextrinů	Barvení kůry.
	• počátek karamelizace cukrů	
	• tvorba barevných, chuťových a aromatických látek	
140 – 150 °C	• termická karamelizace cukrů	
150 – 200 °C	• tvorba tmavých produktů pečení	

### 2.9.9 Chlazení a skladování chleba

Neméně důležité je chlazení chleba a jeho uskladnění do té doby, než jej dostane spotřebitel [1]. Ve velkých pekárnách se chlazení chleba provádí chladicím zařízením, kde chléb prochází na páse tunelem, který je proudem vzduchu ochlazován [5]. V menších závodech se chléb vytažený z pece pokládá na vozíky, s nimiž se dopravuje do zvláštního chladného sálu, kde se nechá vychladnout (viz obr. 2.8) [1, 15].

Sklad chleba je velkým oddělením, jehož teplota má být nejvýše 15 °C a nemá překročit teplotu 20 °C. Chléb se skladuje volně vedle sebe na policových vozících, dříve býval položený na dřevěných lískách [5, 11].



Obrázek 2.8: Skladování chleba [24]

### 2.9.9.1 Aroma chleba

Pod pojmem aromatické látky rozumíme sloučeniny, které vzbuzují příjemné vjemy chuti a vůně. V tabulce 2.7 jsou uvedeny aromatické látky přítomné v různých typech chleba. Čichové a chuťové vjemy se nerozlišují a hovoří se o výsledném aroma (anglicky flavour). Aromatické látky jsou organické sloučeniny o nízké molekulové hmotnosti a silně těkavé, jejich obsah se v pekárenských výrobcích pohybuje v oblasti  $10^{-6}$  až  $10^{-9}$  g·g<sup>-1</sup>. Aroma chleba tvoří tyto hlavní skupiny látek:

Organické kyseliny vytvářejí důležitý podíl chlebového aroma. Hlavními zástupci jsou kyselina mléčná a octová vyznačující se příjemnou vůní, ale typické aroma vystoupí až po upečení.

Alkoholy jsou zastoupeny především etanolem, jeho senzorická účinnost je ale nízká. Intenzita etanolového kvašení určuje množství aromatických látek a jejich prekurzorů v těstě.

Karboxylové sloučeniny zaujímají hlavní roli. Z aldehydů jsou nejúčinnější furaldehyd a 5-hydroxymetylfuraldehyd, které vznikají pyroreakcemi při pečení. Další je acetaldehyd vznikající jako vedlejší produkt etanolového kvašení a při pečení jako meziprodukt Maillardovy reakce. Má nízkou senzorickou účinnost, ale vyskytuje se ve vysokých koncentracích. Obsah aldehydů se považuje za důležitý znak aroma. Z ketonů je důležitý acetoin, který je bez vůně, ale je zdrojem silně aromatického diacetyl.

Estery mají malý význam. Nízkomolekulární jsou příliš těkavé, vyšší jsou přítomny v nepatrných koncentracích.

Heterocyklické sloučeniny mají význam v reakcích neenzymového hnědnutí a tvoří součást aroma kůrky.

Při termickém opracování vznikají v těstě další senzoricky aktivní látky. Hlavní reakcí je Maillardova reakce neboli neenzymatické hnědnutí, což je interakce monosacharidů s volnými aminokyselinami. Je to složitý soubor reakcí, jejichž konečnými produkty jsou hnědé polymerní pigmenty, zvané melanoidiny a mnoho dalších, senzoricky účinných látek.

Další důležitou reakcí je karamelizace, která probíhá v sacharidech pod účinky tepla. Jedná se o dehydratační procesy, při nichž vznikají barevné produkty charakterizující hnědé zbarvení karamelu a množství senzoricky aktivních látek [1].

Tabulka 2.7: Aromatické látky v různých typech chleba [ $\mu\text{g}\cdot 100\cdot\text{g}^{-1}$  výrobku] [1]

Aromatická látka	Pšeničný chléb		Žitnopšeničný chléb		Celozrnný žitný chléb	
	Kůra	Střídka	Kůrka	Střídka	Kůrka	Střídka
etanol	3 900	1 800	3 400	1 800	2 300	1 000
5-hydroxymetyl-furaldehyd	9	40	12	300	20	400
acetaldehyd	4,4	12,8	4,7	22,6	4,6	26,2
isopentanal	1,2	4,7	2,7	15,2	1,9	19,2
furaldehyd	0,3	5,5	1,5	12,4	2,3	28,7
metylglyoxal	0,7	0,8	1,5	8,9	1,9	13,5
isobutanal	0,3	2,6	0,9	6,0	0,8	12,9
aceton	0,7	4,5	1,4	5,6	2,0	6,5
acetoin	0,9	1,0	0,2	1,1	0,3	0,7
diacetyl	0,2	0,9	0,2	1,3	0,2	1,3

### 2.9.10 Rozvoz chleba

Rozvoz musí být takový, aby chléb nebyl během dopravy poškozen [5]. Chléb je rozvážen upravenými skříňovými automobily, které mají uvnitř etáže rozdělené tak, aby bylo možné je upotřebit jak k rozvozu chleba, tak i bílého pečiva. Jelikož se někdy chléb musí dopravovat dosti nevychladlý, tak střecha vozu musí být vybavena vhodně konstruovanou ventilací, aby mohla unikat pára, která by jinak kondenzovala na stěnách skříně a znečišťovala by je [15].

### 2.10 Plesnivění chleba

K nejčastějším mikrobiálním vadám chleba patří plesnivění (viz obr. 2.9). Teplota při pečení dosahuje až 250 °C, což je dostačující na likvidaci kvasinek, plísní a vegetativních forem bakterií. Plesnivění je způsobené výlučně sekundární kontaminací po jeho upečení, při chladnutí, krájení, pracovníky, obalovým materiálem, nejčastěji ale prachovými částicemi, které se v pekárnách vyskytují hojně. Z infikovaného povrchu proniká plíseň trhlinkami v kůrce do střídky. Proto je velmi důležité, aby chléb měl kůrku celistvou, uzavřenou a bez trhlin. Hlavní rody způsobující plesnivění jsou *Rhizopus*, *Penicillium*, *Aspergillus*, *Neurospora* a jiné [4, 21].



Obrázek 2.9: Ukázka plesnivění chleba [25]

U balených chlebů je velmi důležité, aby byl chléb zcela vychladlý a až poté se balil do fólie. Bylo prokázáno, že balení nevychladlých chlebů podporuje růst a množení plísní rodu *Aspergillus* mnohem více, než je tomu tak u chlebů nebalených. Mimořádně náchylné na plesnivění jsou balené krájené chleby, proto se po krájení a balení pasterizují nebo se při výrobě přidávají konzervační látky, jako kyselina sorbová nebo kyselina propionová. Prevencí před plesnivěním je i balení v atmosféře oxidu uhličitého [21].

Zpočátku je plísňový povlak bělavý, později většinou zelený. Ve střídce, která má vyšší vlhkost, bují plíseň rychleji. Čím více je chléb vlhčí, tím snadněji se plíseň šíří, zejména v teplém prostředí. Plesnivý chléb je zcela nepoživatelný [18].

## 2.11 Rozdělení chleba

Podle vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 333/1997 Sb. v platném znění je chlebem pekařský výrobek kypřený kvasem, popřípadě droždím, o hmotnosti nejméně 400 g, s výjimkou krájeného, ve tvaru večky, bochníku, nebo formovaný, a dělí se takto:

- Pšeničný chléb – obsahuje nejméně 90% podíl pšeničných mouk a maximálně 10 % mouk žitných.
- Žitný chléb – obsahuje nejméně 90% podíl žitných mouk.
- Žitno-pšeničný chléb – pekařský výrobek obsahující nadpoloviční množství žitné mouky, pšeničné mouky musí být více než 10 %.
- Pšenično-žitný chléb – pekařský výrobek obsahující nejméně 50 % pšeničných mouk a podíl žita musí být více než 10 %.
- Celozrnný chléb – pekařský výrobek, jehož těsto musí obsahovat 80 % celozrnných mouk nebo jim odpovídající množství upravených obalových částic z obilky.
- Vícezrnný chléb – pekařský výrobek, do jehož těsta jsou přidány mlýnské výrobky z jiných obilovin než pšenice a žita, luštěniny nebo olejniny v celkovém množství nejméně 5 %.
- Speciální druh chleba nebo pečiva – pekařský výrobek, který obsahuje kromě mlýnských výrobků ze pšenice a žita další složku, jako obiloviny, olejniny, luštěniny nebo brambory, v množství nejméně 10 % [26].

V České republice je jen sporadicky vyráběn chléb žitný. Je to z důvodů obtížné strojní zpracovatelnosti, při zpracování těsta je možno použít jen drobné mechanizace. Dalším důvodem jsou stále se zvyšující ceny žitné mouky. Největší podíl průmyslové výroby představuje výroba pšenično-žitného a žitno-pšeničného chleba [11].

## 2.12 Senzorická analýza

Senzorická analýza potravin je analytická metoda, při níž se stanoví organoleptické vlastnosti poživatin bezprostředně lidskými smysly, a to tak aby hodnocení bylo objektivní, spolehlivé a výsledky byly reprodukovatelné. Je nutné rozlišovat mezi dvěma termíny – senzorický a organoleptický. Termínem organoleptický se myslí podněty působící na tzv. čidla neboli receptory. Nervovými vlákny se do centrální nervové soustavy přenáší vzruch z receptoru, tam vzniká počitek, který se zpracovává a hodnotí srovnáváním se zkušenostmi; dochází ke vzniku vjemu. Pojem senzorický se používá, pokud se zajímáme o vjemy [27].

### 2.12.1 Podmínky pro senzorické hodnocení

Podmínky pro senzorické hodnocení se volí tak, aby se co nejvíce odstranily rušivé vlivy okolí, zlepšila se tak přesnost stanovení, a aby se dosáhlo objektivních, vzájemně srovnatelných výsledků. Tyto podmínky jsou určeny mezinárodními normami, především ISO. Těmi je definováno vybavení místnosti, způsob přípravy a překládání vzorků [28].

Uspořádání senzorického pracoviště je určeno normou ISO 8589 [29]. Minimálním požadavkem je, aby byl přípravný prostor oddělen od zkušebního, kde se hodnotitelská činnost vykonává jednotlivě v kójiích [30].

V senzorické laboratoři je možné dosáhnout optimálních podmínek. Některé z těchto podmínek jsou uvedeny v tabulce 2.8.

*Tabulka 2.8: Optimální podmínky pro senzorickou analýzu [31]*

Optimalizovaný faktor	Optimální podmínky pro hodnocení
Hladina zvuku	kolem 40 dB, izolace dveří a oken
Teplota	21 – 23 °C, nejlépe klimatizace
Vlhkost vzduchu	40 – 70 %, v zimě vlhčení
Pohyb vzduchu	poznatelný jen o přestávkách, jinak klid
Pachy	ochrana před pachy ventilací, pachovými filtry a nátěry neabsorbujícími pachy
Zrakové vjemy	světlo šedá nebo bílá barva, bez výzdoby
Kontakt s lidmi	příhrady mezi hodnotiteli, kóje

### 2.12.2 Hodnotitelé a hodnocení

Osoby vykonávající senzorickou analýzu se nazývají hodnotitelé nebo také posuzovatelé (mezinárodním odborným termínem asesori, dříve panelisti). Porotou se nazývá soubor těchto osob. Rozeznáváme dva typy hodnocení – hédonické a intenzitní. Při hédonickém hodnocení se nejprve hodnotí přijatelnost a příjemnost vjemu. Mnohem obtížnější je hodnocení intenzitní, kdy si člověk všímá intenzity vjemů [31].

### 2.12.3 Vlastní senzorické hodnocení

Nejvhodnější doba k posuzování se doporučuje od 9 do 11 hodin dopoledne a od 14 do 16 hodin odpoledne. Posuzování by mělo trvat 2 – 3 hodiny i s 20 až 30 minutovými přestávkami. Počet podávaných vzorků se řídí složitostí úkolů. Při degustaci se doporučuje podávat 4 až 6 vzorků a jelikož chuť vzorku doznívá déle, je nutné mezi jednotlivými vzorky použít neutralizátor – voda, bílý chléb nebo pečivo, slabý hořký čaj aj. [32].

Vzorky předkládané k hodnocení je nutné upravit tak, aby hodnotitelé nebyli informováni o skutečnostech, které by mohly ovlivnit jejich výsledek. Důležitou zásadou je anonymita vzorků, proto se používají písmenné a číselné kódy. Kapalné vzorky se podávají v množství 15 – 20 ml a tuhé v množství 20 – 30 g. Hlavními hodnocenými znaky jsou barva, vůně či aroma, textura a chuť [28].

### 2.12.4 Senzorické zkoušky

Vhodná metoda se volí na základě řešeného úkolu, počtu a kvality hodnotitelů, podle množství vzorků a jiných faktorů [27]. Hodnocení se provádí s použitím řady metod. Zde jsou uvedeny některé z nich.

#### 2.12.4.1 Zkouška pořadová

Tyto metody slouží k výběru vzorků, které se viditelně liší od ostatních vzorků, k orientačnímu roztrídění skupin vzorků a ke sledování vlivu nějakého faktoru na senzorickou jakost výrobku a organoleptické vlastnosti. Při zkoušce hodnotitel obdrží řadu vzorků

v náhodném pořadí a jeho úkolem je vzorky seřadit podle určeného ukazatele, což je podle příjemnosti nebo intenzity některé vlastnosti (kyselost, slanost, sladkost) [32].

#### **2.12.4.2 Metody s použitím stupnic**

Se stupnicovými metodami se setkáváme v praxi senzorického hodnocení nejčastěji, jelikož jimi lze nejlépe kvantitativně vyjádřit jakostní rozdíly mezi vzorky. Některý dílčí ukazatel nebo celková jakost se posoudí podle určité stupnice. Rozeznávají se stupnice intenzitní a hédonické. Obě tyto stupnice mohou být kategorové, bodové, grafické, bezrozměrné (poměrové) [32].

#### **2.12.4.3 Zkouška duo-trio**

Podávají se tři vzorky, z toho dva neznámé. Jeden vzorek je referenční podaný neanonymně jako standard, druhý je také standard, ale již anonymní a třetí je vzorek zkoumaný. Hodnotitel nejdříve ohodnotí standard a poté neznámé vzorky. Poté vyhodnotí, který neznámý vzorek je shodný s referenčním a který je odlišný [32].

#### **2.12.4.4 Trojúhelníková zkouška**

Hodnotitel obdrží tři vzorky, z nich dva jsou stejné a třetí odlišný. Jeho úkolem je rozhodnout, které dva jsou shodné a který se liší [28].

#### **2.12.4.5 Srovnání se standardem**

Hodnotitel obdrží vzorek jako standard a má za úkol určit, zda neznámý vzorek odpovídá jakostně standardu, nebo zda se od něj liší [27].

#### **2.12.4.6 Metody stanovení senzorického profilu**

Tyto metody jsou velmi užitečné pro výzkumnou a vývojovou činnost. Například pro stanovení příbuznosti mezi chutěmi a vůněmi, dále v provozní praxi pro objasnění charakteru závad nebo předností vzorků [27]. Posuzovatel si rozdělí celkový vjem chuti nebo vůně na vjemy dílčí a určují se jejich intenzity s použitím bodové nebo grafické stupnice [32].

### **2.12.5 Senzorické hodnocení chleba**

Při hodnocení senzorické jakosti chleba se posuzuje především vůně, chuť a textura střídky [5]. Senzorickým hodnocením chleba se zabývala řada vědců. Heenan a Dufour [33] provedli studii, která se zaměřila na vnímání čerstvosti vybraných dvaceti vzorků chlebů. Hodnotitelská komise se skládala z jedenácti hodnotitelů, kteří posuzovali vzhled, vůni, strukturu a chuť u všech vzorků. Součástí této studie byl také spotřebitelský test, kterého se zúčastnilo 115 posuzovatelů. Ti měli za úkol posoudit čerstvost daných vzorků, neboť některé z nich byly vyrobeny za použití konzervačních činidel a emulgátorů a některé za použití těch nejlepších surovin. Ze spotřebitelského testu vyplynulo, že spotřebitelé se jednoznačně neshodli na čerstvosti vybraných druhů pečiva. Naopak od vyškolených hodnotitelů bylo dosaženo objektivního posouzení čerstvosti chleba.

V jiné studii Heenan a Dufour [34] pomocí senzorické analýzy testovali dvacet chlebů (10 speciálních druhů a 10 komerčních druhů). Hodnotitelská komise, skládající se z 11 hodnotitelů vyškolených podle mezinárodních norem, měla za úkol hodnotit



18 atributů pro hodnocení chleba (např. zápach – mléčný, kvasničný, zatuchlý, sladový aj.). Studie ukázala, že vůně i chuťové vlastnosti chleba závisí na konkrétní směsi těkavých látek, jejichž složení závisí na surovinách použitých při výrobě a technologickém postupu výroby chleba [34].

Holtekjølén a Bævre [35] při svém výzkumu nahradili 40 % pšeničné mouky v chlebu ječnou moukou. Začleněním ječmene do chleba se zvýšily jeho antioxidační účinky. Sensorického hodnocení se zúčastnilo 10 dobře vyškolených hodnotitelů, kteří měli porovnat u každého vzorku 17 atributů. Sensorické hodnocení jasně prokázalo zřetelné rozdíly mezi chleby pečenými z různých odrůd ječmene a rozdíly mezi chleby z pšeničné mouky a ječné mouky.

Studie Jensena a Oestdala [36] se zabývala chemickými změnami v celozrnném chlebu během skladování a jak ovlivní smyslové vnímání chuti, vůně a aroma. Pšeničný a celozrnný chléb byly uskladněny po dobu tří týdnů, chemické reakce probíhající po tuto dobu změnily chuť, která byla následně sensoricky vyhodnocena. Komisi tvořilo 18 hodnotitelů, vzorky se skládaly z 11 pšeničných a 9 celozrnných chlebů. Ze studie vyplynulo, že u obou vzorků chleba jsou sensorické profily ovlivněny dobou skladování. Vzorky, které byly skladovány po dobu až tří týdnů, byly charakterizovány hořkou chutí, prašnou vůní a vysokou mírou trpkosti nebo pichlavým pocitem v nose či ústech. Na druhou stranu vzorky uložené po dobu jednoho týdne měly vyšší intenzitu těsta a kvasnou chuť.

Zajímavou studii provedli Wang a Zhou [37], kteří srovnávali sensorickou jakost vzorku chleba, ke kterému byl přimíchán extrakt antioxidantů ze zeleného čaje. Sensorické hodnocení zahrnovalo tři fáze, kterých se zúčastnili jak vyškolení hodnotitelé, tak nevyškolení. Sensorické hodnocení ukázalo, že extrakt ze zeleného čaje se významně podílí na chuti chleba, včetně mazlavosti, tvrdosti, trpkosti a sladkosti. Se zvýšením množství extraktu se snížila sladkost chleba, zatímco tvrdost, lepivost a trpkost se zvýšila. Nebyl zjištěn žádný výrazný rozdíl v pórovitosti střídky.

#### **2.12.5.1 Chuť**

Chuť chleba je základním znakem, a proto je tomuto určovacímu jakostnímu znaku nutno věnovat tu největší pozornost [5]. Chuť má být příjemně navinulá s jemným pocitem vlhkosti a dobrou polykatelností [28]. Posuzovatelé sledují, zda výrobek neobsahuje cizí příchut', která je nepřijatelná, nebo chuťovou odchylku, která výrobek znehodnocuje ze spotřebitelského hlediska. Nedostatečné osolení má za následek mdlou, nevýraznou chuť, kyselá chuť je známkou přezrálého těsta [18].

#### **2.12.5.2 Vůně**

Vůně chleba se má zjistit ihned po jeho rozkrojení a chléb se nemá hodnotit, pokud je ještě teplý [5]. Má být příjemně, výrazně chlebová [28]. Jejím hodnocením ověřujeme zejména přítomnost cizích pachů – zatuchlý, nažluklý, sladový aj. Vysoká teplota kvašení nebo přílišné kvašení může vyvolat pach kyselý. Někdy jsou zdrojem pachů čistící a dezinfekční prostředky [18].



### **2.12.5.3    *Textura střídky***

Velmi důležitým znakem je charakter a struktura střídky, a také množství, velikost a uspořádání pórů. Póry by měly mít stejný tvar a přibližně stejné rozměry. Struktura střídky má být pevná s přiměřenou vlhkostí, ale pružná. Střídka nesmí obsahovat žádné nečistoty, žmolky mouky nebo těsta [28]. Čím je struktura pórovitosti jemnější, tím je lepší stravitelnost a i delší životnost výrobku. Důležité je především řádné prohnětení těsta, které má přímý vliv na strukturu a pevnost střídky; a to se nejlépe pozná při krájení [18].

### 3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

#### 3.1 Senzorická analýza

Senzorická jakost chleba je dána třemi základními parametry – chutí, vůní a texturou. Tyto vlastnosti byly hodnoceny u daných vzorků chlebů během senzorické analýzy.

##### 3.1.1 Pracovní pomůcky

- porcelánové talířky, plastové podtácky, ubrousky, psací potřeby
- nůž, dřevěné prkýnko
- sklenice s pitnou vodou

##### 3.1.2 Vzorky

Vzorky chleba byly zakoupeny v obchodním domě TESCO Stores ČR a. s. v Brně dne 22. 11. 2011. Všechny vzorky byly balené a krájené, z nich byly tři pšenično-žitné a dva žitno-pšeničné (viz obr. 3.1). V tabulce 3.1 jsou uvedeny jejich charakteristiky.

*Tabulka 3.1: Vzorky chlebů použitých pro senzorickou analýzu*

Kód vzorku při senzorickém hodnocení	Název vzorku	Druh vzorku	Výrobce	Hmotnost [g]
M7	Chléb Šumava krájený	Pšenično-žitný	UNITED BAKERIES, a. s.	250
D4	Bavorský chléb Pohořelický krájený	Žitno-pšeničný	Pekařství Vedral	460
R2	Beskyd Řemeslný chléb krájený	Pšenično-žitný	PENAM, a. s.	500
H8	Bílovický chléb krájený	Pšenično-žitný	APELEX, s. r. o.	400
T5	Chléb žitno-pšeničný krájený	Žitno-pšeničný	Pekárny a cukrárny Klatovy, a. s.	500



*Obrázek 3.1: Vzorky chlebů zakoupené k senzorickému hodnocení*

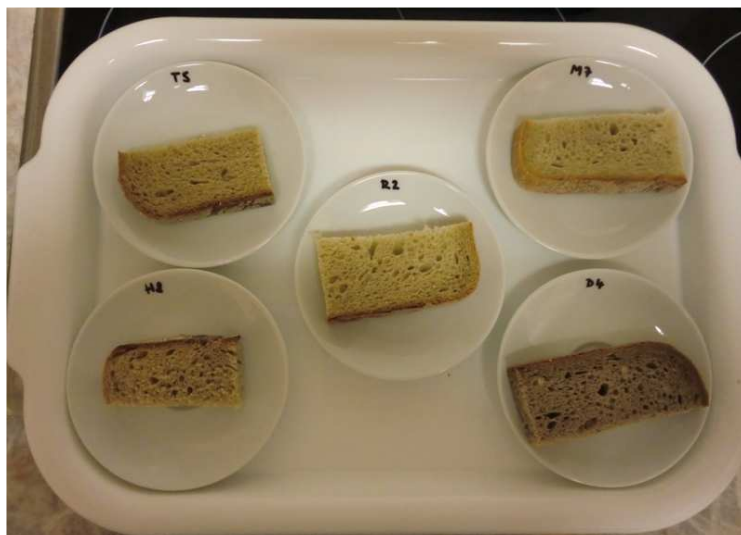
### **3.1.3 Podmínky senzorického hodnocení**

Senzorické hodnocení probíhalo dne 22. 11. 2011 v laboratoři senzorické analýzy na FCH VUT v Brně.

Během vlastní senzorické analýzy byla položena jedna čtvrtina krajíce každého vzorku na porcelánový talířek označený příslušným kódem pro daný vzorek (viz obr. 3.2). Jako neutralizátor chuti byla použita pitná voda. Hodnotitelé své výsledky zapisovali do dotazníku, který je uveden v příloze č. 1.

Hodnocení se zúčastnilo celkem 19 hodnotitelů, z nichž 15 byli studenti 3. ročníku bakalářského studia, 2 studenti z řad doktorandů, 1 student z magisterského studia a 1 externí spolupracovník FCH VUT v Brně. Jelikož studenti 3. ročníku bakalářského studia neabsolvovali Seminář senzorické analýzy, byli obeznámeni s pravidly senzorického hodnocení přímo v senzorické laboratoři.

Senzorické hodnocení se skládalo z pořadové zkoušky (ČSN ISO 8587) [38] a hodnocení chuti, vůně a textury pomocí pětibodové kategorové ordinální stupnice hédonického typu (1 – vynikající, 2 – velmi dobrá, 3 – dobrá, 4 – ještě přijatelná, 5 – nevyhovující) (ČSN ISO 4121) [39].



*Obrázek 3.2: Ukázka vzorků podávaných při hodnocení*

### **3.2 Statistické zpracování výsledků senzorické analýzy**

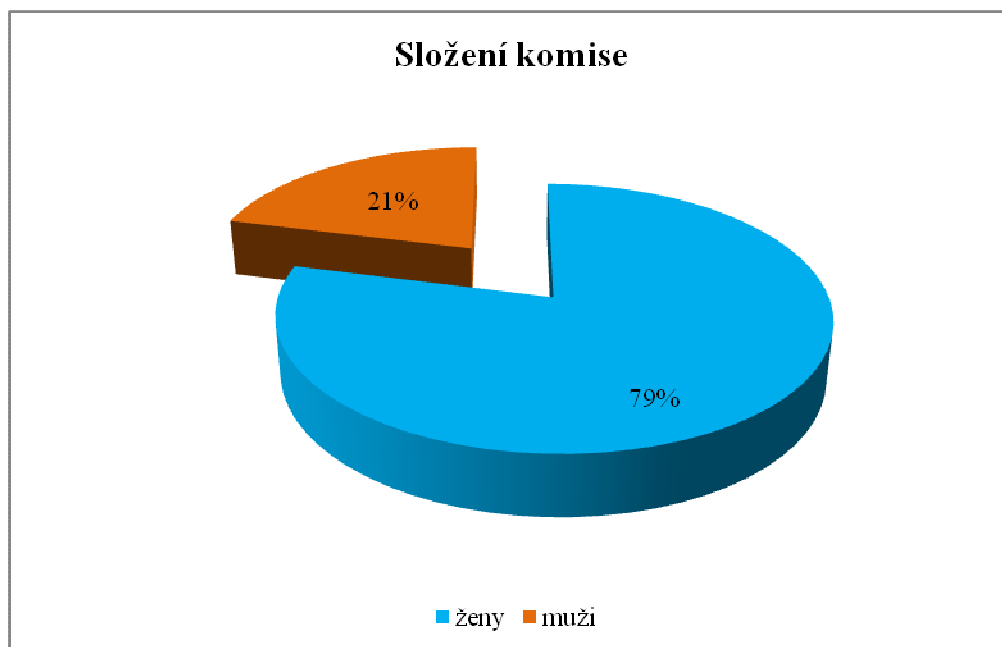
Výsledky dotazníků senzorického hodnocení byly zpracovány v softwaru Microsoft Office Excel 2007 a jsou vyjádřeny graficky.

Pomocí statistického softwaru STATVYD verze 2.0 beta byly výsledky statisticky zpracovány. Pořadový test byl zpracován pomocí Friedmanova testu, na hodnocení stupnic bylo použito Kruskal-Wallisova testu. Oběma těmito testy lze zjistit, zda existuje mezi vzorky statisticky významný rozdíl ve sledované vlastnosti. Všechna statistická zpracování byla vyhodnocena na stanovené hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

## 4 VÝSLEDKY A DISKUSE

### 4.1 Vyhodnocení dotazníků

Senzorická analýza probíhala v jednom dni 22. 11. 2011. Zúčastnilo se jí celkem 19 hodnotitelů.



*Graf 4.1: Složení hodnotitelů z hlediska pohlaví*

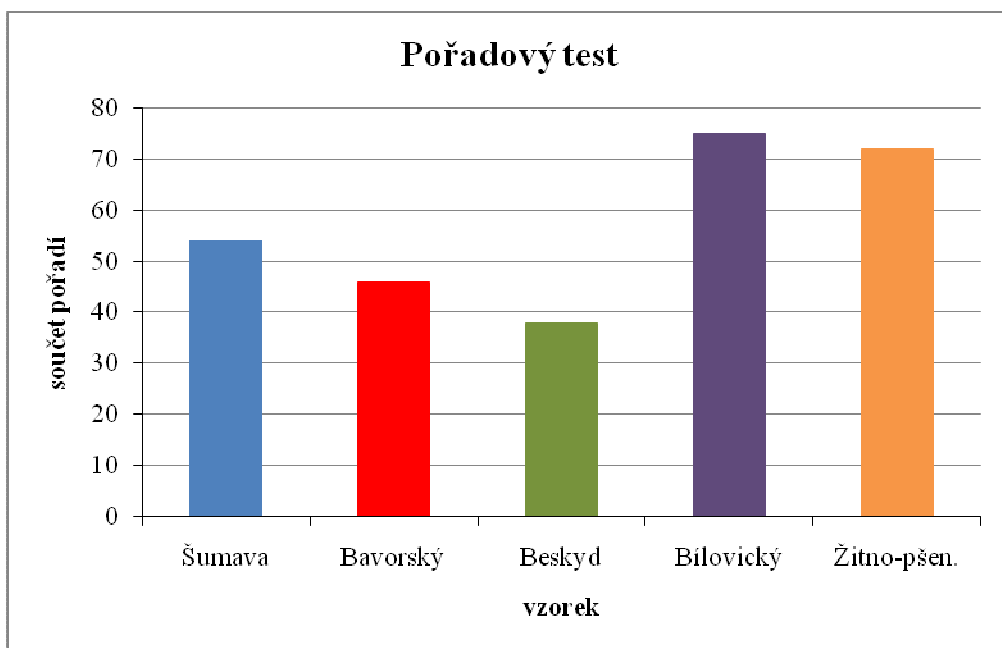
Na grafu 4.1 vidíme, že hodnocení se účastnilo 21 % mužů a 79 % žen. Všichni dotazovaní v odpovědích na svůj zdravotní stav uvedli, že jsou zdraví, popř. je jejich zdravotní stav dobrý.

#### 4.1.1 Pořadová zkouška

Hodnotitelům byly podány vzorky v náhodném pořadí označené kódem. Jejich úkolem bylo vzorky seřadit podle subjektivního hodnocení od nejlepšího 1 až po nejhorší 5 a to z celkového hlediska. Výsledky jsou vyjádřeny jako součty pořadí.

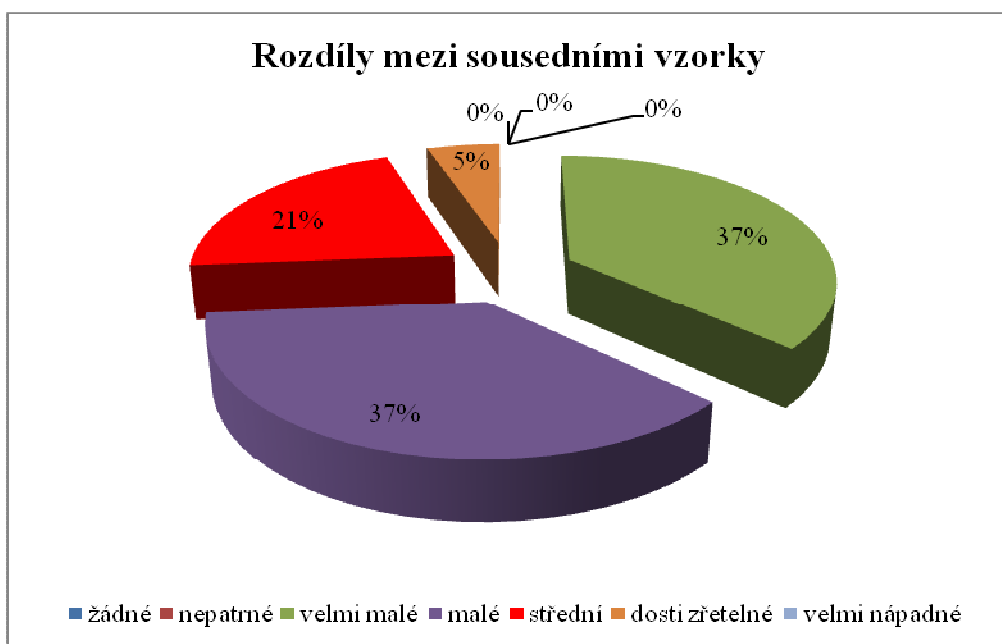
##### 4.1.1.1 Grafické vyhodnocení pořadové zkoušky

Z grafu 4.2 jasně plyne, že nejchutnějším vzorkem chleba byl hodnotiteli zvolen chléb Beskyd, následován chleby Bavorským, Šumavou, Žitno-pšeničným a jako nejméně chutným chlebem byl zvolen chléb Bílovický.



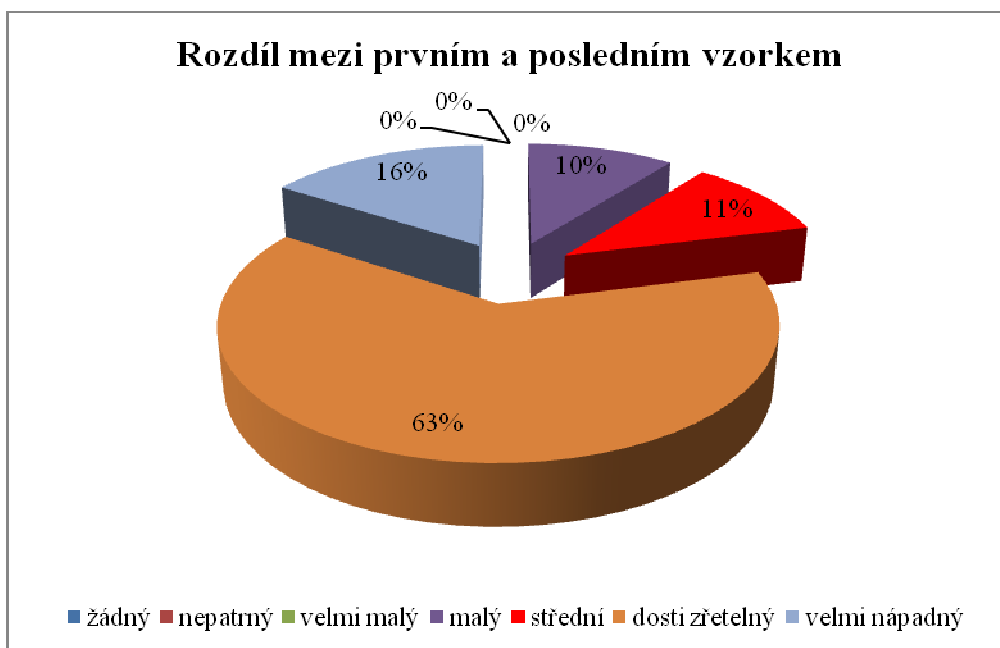
*Graf 4.2: Pořadová zkouška*

Součástí pořadové zkoušky byly i otázky o velikosti rozdílu mezi sousedními vzorky, vzorkem prvním a posledním.



*Graf 4.3: Výsledky zhodnocení rozdílů mezi sousedními vzorky*

Jak je patrné z grafu 4.3 hodnotitelé z 37 % shledali rozdíly mezi sousedními vzorky velmi malé a stejné procento shledalo malé rozdíly. 21 % posuzovatelů se zdálo být rozdíly střední a 5 % je mělo za dosti zřetelné. Rozdíly žádné, nepatrné a velmi nápadné nehodnotil žádný z posuzovatelů.



Graf 4.4: Výsledky zhodnocení rozdílů mezi prvním a posledním vzorkem

Jak ukazuje graf 4.4 ani jeden z hodnotitelů nesoudil, že není žádný, nepatrný a velmi malý rozdíl mezi prvním a posledním vzorkem. Nejvíce hodnotitelů, a to 63 %, shledává dosti zřetelný rozdíl mezi prvním a posledním vzorkem. Dalších 16 % má za to, že rozdíl je velmi nápadný, 11 % vnímá rozdíl jako střední a malý rozdíl označilo 10 % hodnotitelů.

#### 4.1.1.2 Statistické zpracování výsledků pořadové zkoušky

Výsledek Friedmanova testu:

Počet hodnotitelů: 19

Fr = 21,89

Počet vzorků: 5

Q = 9,49

$\alpha$ : 0,05

Na hladině významnosti existuje mezi vzorky jako celkem statisticky významný rozdíl ve zkoumaném znaku.

Tabulka 4.1: Statistické výsledky pořadové zkoušky

Výrobky	Šumava	Bavorský	Beskyd	Bílovický
Šumava				
Bavorský	S			
Beskyd	S	S		
Bílovický	S	R	R	
Žitno-pšeničný	S	S	R	S

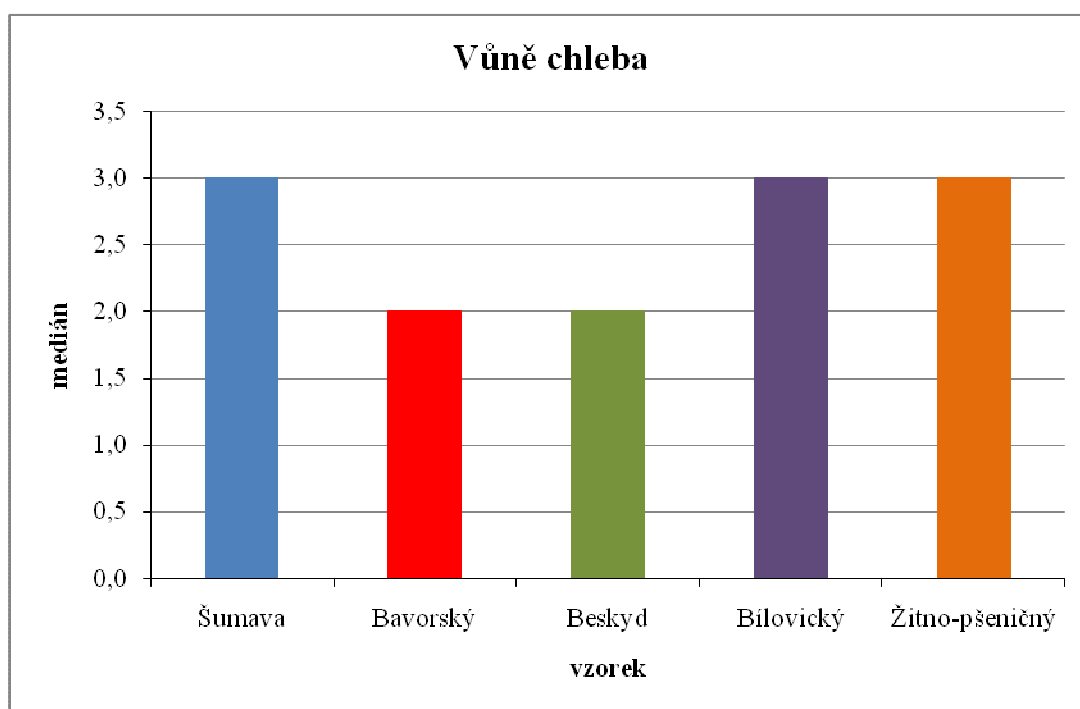
S – stejný, R – rozdílný

Na základě Friedmanova testu bylo zjištěno, že na hladině významnosti 5 % byl statistický rozdíl shledán u dvojic vzorků chleba Bavorského a Bílovického, dále Bílovického s Beskydem, a také Žitno-pšeničného a Beskydu. Chléb Beskyd byl tedy vyhodnocen jako významně ( $P < 0,05$ ) nejlepší z hlediska celkové chutnosti.

#### 4.1.2 Stupnicové metody

Hodnotitelé měli za úkol vyhodnotit organoleptické vlastnosti vzorků chlebů a ohodnotit je patřičným počtem bodů na pětibodové stupnici (1 – vynikající, 2 – velmi dobrá, 3 – dobrá, 4 – ještě přijatelná, 5 – nevyhovující). Výsledky jsou vyjádřeny jako mediány.

##### 4.1.2.1 Grafické vyhodnocení vůně chleba



Graf 4.5: Grafické znázornění vůně chleba pomocí mediánu

Z grafu 4.5 vyplývá, že lepší vůni měli vzorky chleba Bavorský a Beskyd, jejich vůně byla hodnocena jako velmi dobrá. Horší vůni (hodnocenou jako dobrá) měly chleby Šumava, Bílovický a Žitno-pšeničný.

##### 4.1.2.2 Statistické zpracování výsledků hodnocení vůně chleba

Výsledek Kruskal-Wallisova testu:

$\alpha = 0,05$

Testační kritérium = 17,40

$Q = 9,49$

Počet vzorků = 5

Na hladině významnosti 5 % existuje mezi výrobky statisticky významný rozdíl.

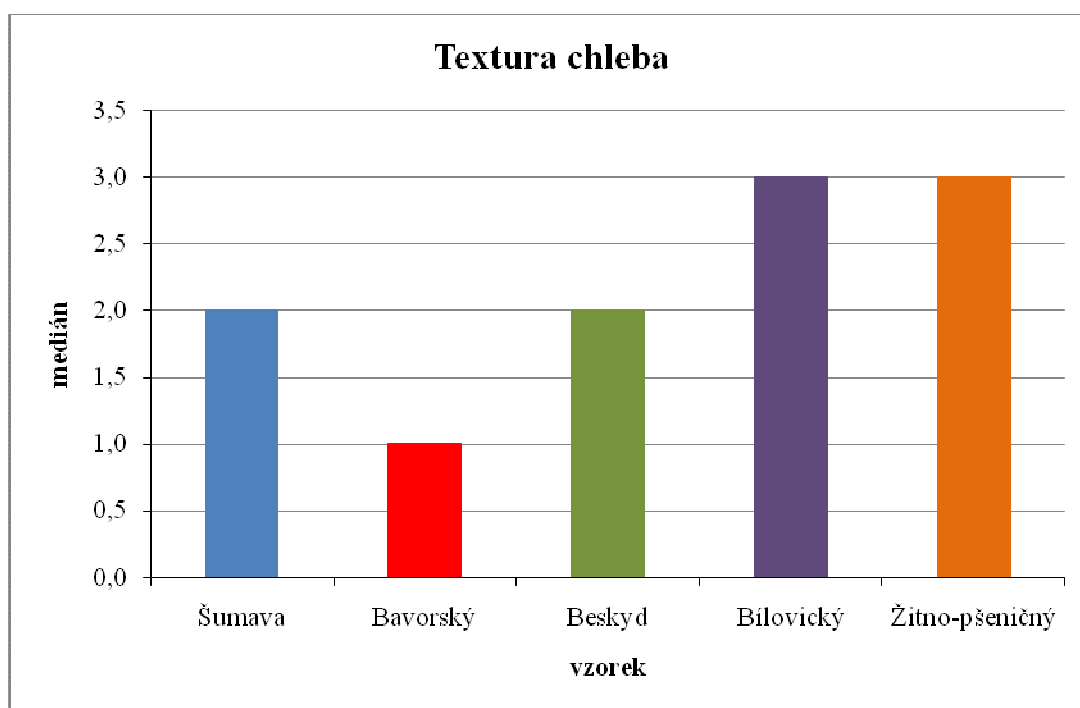


*Tabulka 4.2: Statistické výsledky vůně chleba*

Vzorek	Šumava	Bavorský	Beskyd	Bílovický
Šumava				
Bavorský	S			
Beskyd	S	S		
Bílovický	S	S	R	
Žitno-pšeničný	S	S	S	S

Na základě Kruskal-Wallisova testu bylo zjištěno, že na hladině významnosti 5 % byl statistický rozdíl shledán u dvojic vzorku chleba Beskydu a Bílovického.

#### 4.1.2.3 Grafické vyhodnocení textury chleba



*Graf 4.6: Grafické znázornění textury chleba pomocí mediánu*

Textura chleba Bavorský, jak ukazuje graf 4.6, byla hodnocena jako nejlepší ze všech předložených vzorků (vynikající). Textura chlebů Šumava a Beskyd (velmi dobrá) byla hodnocena jako horší oproti chlebu Bavorský, ale lepší než vzorky Žitno-pšeničný a Bílovický (textura dobrá).

#### 4.1.2.4 Statistické zpracování výsledků hodnocení textury chleba

Výsledek Kruskal-Wallisova testu:

$\alpha = 0,05$

Testační kritérium = 12,79

$Q = 9,49$

Počet vzorků = 5

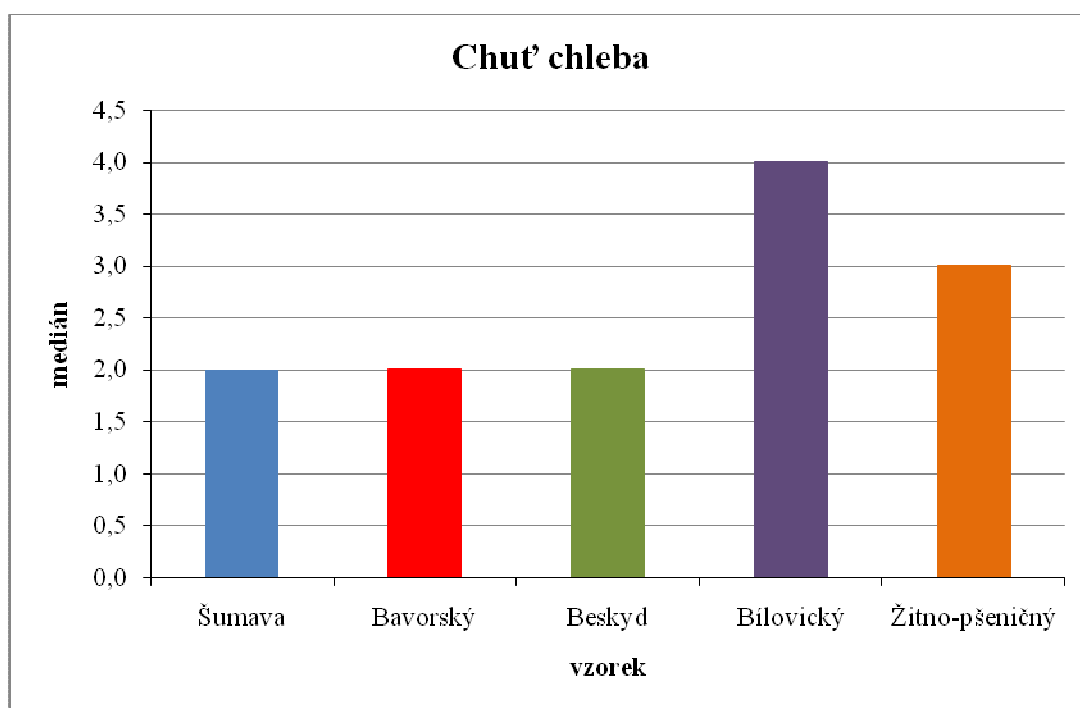
Na hladině významnosti 5 % existuje mezi výrobky statisticky významný rozdíl.

*Tabulka 4.3: Statistické výsledky textury chleba*

Vzorek	Šumava	Bavorský	Beskyd	Bílovický
Šumava				
Bavorský	S			
Beskyd	S	S		
Bílovický	S	S	S	
Žitno-pšeničný	S	S	S	S

Vícenásobné párové porovnání jednotlivých vzorků však toto zjištění popírá, rozdíly mezi vzorky v textuře je nutno považovat za statisticky nevýznamné ( $P \geq 0,05$ ).

#### 4.1.2.5 Grafické vyhodnocení chuti chleba



*Graf 4.7: Grafické znázornění chuti chleba pomocí mediánu*

Jako nejchutnější chleby (graf 4.7), byly zhodnoceny Šumava, Bavorský a Beskyd (chuť velmi dobrá). Jako ještě přijatelný byl ohodnocen chléb Bílovický, o něco lépe (chuť dobrá) se jevil Žitno-pšeničný.

#### 4.1.2.6 Statistické zpracování výsledků hodnocení chuti chleba

Výsledek Kruskal-Wallisova testu:

$\alpha = 0,05$

Testační kritérium = 25,71

$Q = 9,49$

Počet vzorků = 5

Na hladině významnosti 5 % existuje mezi výrobky statisticky významný rozdíl.

*Tabulka 4.4: Statistické výsledky chuti chleba*

Vzorek	Šumava	Bavorský	Beskyd	Bílovický
Šumava				
Bavorský	S			
Beskyd	S	S		
Bílovický	S	R	R	
Žitno-pšeničný	S	S	R	S

Na základě Kruskal-Wallisova testu bylo zjištěno, že na hladině významnosti 5 % byl statistický rozdíl shledán u dvojic výrobků chleba Bavorského a Bílovického, Beskydu a Bílovického, a také Žitno-pšeničného a Beskydu. Chuť vzorků Bavorský a Beskyd tedy byla vyhodnocena jako významně ( $P < 0,05$ ) lepší než ostatních.

## 5 ZÁVĚR

Tématem této práce bylo vybrat vhodné senzorické metody na hodnocení organoleptických vlastností chleba a aplikovat je na vybrané vzorky zakoupené v obchodním domě TESCO Stores a. s. ČR v Brně. Bylo zakoupeno těchto pět výrobků – Šumava, Bavorský, Beskyd, Bílovický a Žitno-pšeničný chléb.

Senzorické hodnocení proběhlo 22. 11. 2011 v senzorické laboratoři FCH VUT v Brně. Hodnocení se zúčastnilo celkem 19 hodnotitelů, především z řad studentů FCH, kteří posuzovali vlastnosti vzorků chleba a své názory zapisovali do předem připraveného dotazníku (příloha 1). Většina z nich tvořila studenty 3. ročníků bakalářského studia, tudíž neprošli kurzem senzorické analýzy a řadíme je tedy mezi běžné spotřebitele.

Na základě vyplněných dotazníků bylo provedeno grafické vyhodnocení výsledků a jejich statistické zpracování. Při vlastním senzorickém hodnocení byly použity dvě metody senzorické analýzy. Tou první je pořadová zkouška, kde úkolem posuzovatelů bylo seřadit jednotlivé vzorky od nejlepšího po nejhorší na základě celkové přijatelnosti. Jako nejchutnější vzorkem chleba byl hodnotiteli zvolen chléb Beskyd, následován chleby Bavorským, Šumavou, Žitno-pšeničným a jako nejméně chutným chlebem byl zvolen chléb Bílovický.

Jako druhou senzorickou zkouškou byla zvolena stupnicová metoda, při které hodnotitelé posuzovali chuť, vůni a texturu vzorků chleba. Výrobky byly hodnoceny na stupnici od 1 (vynikající) až po 5 (nevyhovující).

Z celkového hlediska lze říci, že textura daných vzorků chleba byla posuzovaná s největšími rozdíly při hodnocení, rozdíly však nebyly statisticky významné. U ostatních dvou vlastností byly dva, popř. tři vzorky hodnoceny naprosto stejně.

Výsledky senzorického hodnocení lze tedy shrnout takto: Z výsledků pořadového testu i vyhodnocení stupnicových metod byl hodnotiteli zvolen jako nejlepší chléb Beskyd a nejhorší Bílovický, i když při hodnocení textury chleba byl na prvním místě Bavorský chléb. Oba tyto výrobky byly pšenično-žitné, tedy nelze říci, že by hodnotitelé zřetelně poznali rozdíl mezi chleby žitno-pšeničnými a pšenično-žitnými a jeden z nich znatelně upřednostňovali.

V práci bylo hodnoceno pouze pět druhů chleba ze široké nabídky těchto výrobků. Pokud bychom měli tedy hodnotit a zjistit, jaký druh je u našich spotřebitelů preferován, museli bychom podat k hodnocení více vzorků různých druhů chleba od různých výrobců. I z tohoto malého spektra však lze soudit, že senzorická kvalita různých druhů chleba, dostupných na našem trhu, je dobrá.

## 6 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] HAMPL, J., PŘÍHODA, J. *Cereální chemie a technologie II – (pekárenství)*. 1. vyd. Praha 1: SNTL – Nakladatelství technické literatury n. p. 1985. 248 s.
- [2] ZAJÍC, J. *Principy potravinářských technologií a vody*. 1. vyd. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury. 1985. 170 s.
- [3] MATĚJOVSKÝ, K. *Přehled pekařství: Díl druhý – Technologie kvasů a těst*. 1. vyd. Praha: PRÁCE – Vydavatelství a nakladatelství ROH. 1958. 147 s.
- [4] POKORNÝ, V. *Pekařská mikrobiologie a biochemie*. 1. vyd. Praha 2: SNTL – Nakladatelství technické literatury. 1956. 164 s.
- [5] VAVŘENA, Č. *Výroba žitného chleba*. 1. vyd. Praha 2: Průmyslové vydavatelství. 1951. 84 s.
- [6] ČSN 56 0116-1 : 1995. *Metody zkoušení pekařských výrobků. Část 1. Všeobecná ustanovení*
- [7] MATĚJOVSKÝ, K. *Přehled pekařství: Díl první – Suroviny*. 1. vyd. Praha: PRÁCE – Vydavatelství a nakladatelství ROH. 1955. 148 s.
- [8] PŘÍHODA, J., SKŘIVAN P., HRUŠKOVÁ M. *Cereální chemie a technologie I: cereální chemie, mlýnská technologie, technologie výroby těstovin*. 1. vyd. Praha: VŠCHT. 2003. 202 s. ISBN 80-7080-530-7.
- [9] PELIKÁN, M. *Zpracování obilovin a olejnin*. 2. vyd. nezměn. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 2001. 148 s. ISBN 80-715-7525-9.
- [10] SKOUPIL, J. *Suroviny na výrobu pečiva*. Pardubice: Kora. 1994. 211 s. ISBN 80-85644-07-X.
- [11] KADLEC, P. *Technologie potravin I*. 1. vyd. Praha: VŠCHT. 2002. 300 s. ISBN 80-7080-509-9.
- [12] ČSN 56 0512-1 : 1993. *Metody zkoušení mlýnských výrobků. Část 1: Všeobecná ustanovení*.
- [13] DRDÁK, M., STUDNICKÝ J., MÓROVÁ E. et al. *Základy potravinářských technologií spracovania rastlinných a živočíšnych surovín, cereálne a fermentačné technológie uchovávanie, hygiena a ekológia potravín*. 1. vyd. Bratislava: Malé Centrum. 1996. 512 s. ISBN 80-967064-1-1.
- [14] HRABĚ, J, ROP O., HOZA I. *Technologie výroby potravin rostlinného původu: bakalářský stupeň*. 1. vyd. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005 – 2006, 178 s. ISBN 80-731-8372-2.
- [15] KOLEKTIV ZAMĚSTNANCŮ ODDĚLENÍ PEKÁREN A CUKRÁREN ÚSTŘEDNÍ RADY DRUŽSTEV. *Technologie pekařství: I. díl Černé pekárny - Výrobní chleba*. 1. vyd. Praha 2: Ústřední rada družstev. 1952. 158 s.
- [16] VODRÁŽKA, Z. *Biochemie*. 2. opr. vyd. Praha 2: Academia. 1999 (dotisk). 506 s. ISBN 80-200-0438-6.
- [17] Vyhláška MZ ČR č. 376/2000 Sb., kterou se stanoví požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost její kontroly.
- [18] HAMPL, J. HOLÝ Č., HAVEL F. et al. *Jakost pekárenských a cukrárenských výrobků*. 1. vyd. Praha 1: SNTL – Nakladatelství technické literatury. 1981. 232 s.

- [19] Model system. *MiMage - Role of Mitochondria in Conserved Mechanisms of Ageing* [online]. 2006 [cit. 2012-04-16]. Dostupné z: [http://www.mimage.uni-frankfurt.de/modelsystems/saccharomyces\\_cerevisiae\\_ms01.htm](http://www.mimage.uni-frankfurt.de/modelsystems/saccharomyces_cerevisiae_ms01.htm)
- [20] Bacteria can drive the evolution of new species. *Nature* [online]. 2012 [cit. 2012-04-16]. Dostupné z: <http://www.nature.com/news/2010/101101/full/news.2010.575.html>
- [21] GÖRNER, F., VALÍK L. *Aplikovaná mikrobiológia požívatín: princípy mikrobiológie požívatín, potravinársky významné mikroorganizmy a ich skupiny, mikrobiológia potravinárskych výrob, ochorenia mikrobiálneho povodu, ktorých zárodky sú prenášané požívatínami*. 1. vyd. Bratislava: Malé centrum. 2004. 528 s. ISBN 80-967064-9-7.
- [22] Chlebové ošatky. *Jeřábekova pekárna* [online]. 2009 [cit. 2012-04-16]. Dostupné z: <http://www.jerabkovapekarna.cz/cs/fotogalerie?func=detail&id=309#joomimg>
- [23] Jak se peče. *Delta pekárny* [online]. 2009 [cit. 2012-04-16]. Dostupné z: <http://www.delta-pekarny.cz/jak-se-pece/95-jak-se-pee-chleb-umava.html>
- [24] O spoločnosti. *Vamex* [online]. 2008 [cit. 2012-04-16]. Dostupné z: <http://www.vamex.sk/index.php?ids=2>
- [25] Plesnivé jídlo nepatří ani domácím zvířatům. *OnaDnes* [online]. 1999-2012 [cit. 2012-04-16]. Dostupné z: [http://ona.idnes.cz/jidlo-plisen-mytotoxiny-0xj-/zdravi.aspx?c=A120309\\_135155\\_zdravi\\_pet](http://ona.idnes.cz/jidlo-plisen-mytotoxiny-0xj-/zdravi.aspx?c=A120309_135155_zdravi_pet)
- [26] Vyhláška MZ ČR č. 333/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů, pro mlýnské obilné výrobky, těstoviny, pekařské výrobky a cukrářské výrobky a těsta.
- [27] POKORNÝ, J. *Metody senzorické analýzy potravin a stanovení senzorické jakosti*. 1. vyd. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. 1993. 196 s. ISBN 80-85120-34-8.
- [28] INGR I., POKORNÝ J., VALENTOVÁ H. *Senzorická analýza potravin*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 1997. 101 s. ISBN 80-715-7283-7.
- [29] ČSN ISO 8589 : 2008. *Senzorická analýza – Obecné pokyny pro uspořádání senzorického pracoviště*
- [30] JAROŠOVÁ, A. *Senzorické hodnocení potravin*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 2001. 84 s. ISBN 978-80-7157-539-9.
- [31] POKORNÝ, J., PANOVSÁ Z., VALENTOVÁ H. *Senzorická analýza potravin*. 1. vyd. Praha: VŠCHT. 1998. 95 s. ISBN 80-7080-329-0.
- [32] POKORNÝ, J. *Senzorická analýza potravin: laboratorní cvičení*. 1. vyd. Praha: VŠCHT. 1997. 60 s. ISBN 80-7080-278-2.
- [33] HEENAN, S. P., DUFOUR J-P., HAMID N., et al. The sensory quality of fresh bread: Descriptive attributes and consumer perceptions. *Food Research International* [online]. 2008. vol. 41. no. 10. pp. 989-997 [cit. 2012-04-18]. ISSN 09639969. DOI: 10.1016/j.foodres.2008.08.002. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996908001713>
- [34] HEENAN, S. P., DUFOUR J-P., HAMID N., et al. Characterisation of fresh bread flavour: Relationships between sensory characteristics and volatile composition. *Food Chemistry* [online]. 2009. vol. 116. no. 1. pp. 249-257 [cit. 2012-04-18]. ISSN 03088146. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.02.042. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814609002301>

- [35] HOLTEKJØLEN, A. K., BÆVRE, A. B., RØDBOTTEN M., et al. Antioxidant properties and sensory profiles of breads containing barley flour. *Food Chemistry* [online]. 2008-09-15. vol. 110. no. 2. pp. 414-421 [cit. 2012-04-18]. ISSN 03088146. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.02.054. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0308814608002033>
- [36] JENSEN, S, OESTDAL H., SKIBSTED L. H., et al. Chemical changes in wheat pan bread during storage and how it affects the sensory perception of aroma, flavour, and taste. *Journal of Cereal Science* [online]. 2011. vol. 53. pp. 259-268 [cit. 2012-04-18]. ISSN 07335210. DOI: 10.1016/j.jcs.2010.11.007. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0733521011000245>
- [37] WANG, R., ZHOU W., ISABELLE M. Comparison study of the effect of green tea extract (GTE) on the quality of bread by instrumental analysis and sensory evaluation. *Food Research International* [online]. 2007. vol. 40. no. 4. pp. 470-479 [cit. 2012-04-18]. ISSN 09639969. DOI: 10.1016/j.foodres.2006.07.007. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0963996906000949>
- [38] ČSN ISO 8587 : 2008. *Senzorická analýza – Metodologie – Pořadová zkouška.*
- [39] ČSN ISO 4121 : 2009. *Senzorická analýza – Obecné pokyny pro použití kvantitativních odpovědních stupnic.*

## **7 PŘÍLOHY**

Příloha 1

Dotazník pro senzorické hodnocení chleba



Příloha 1:

## Senzorické hodnocení chleba

Příjmení:.....

Datum:.....

Jméno:.....

Hodina:.....

Žena – muž

Zdravotní stav:.....

### Hodnocení vůně chleba

1 – vynikající – příjemná, chlebová, charakteristická pro druh výrobku, dostatečně výrazná, bez cizích pachů

2 – velmi dobrá – čistá, chlebová, méně výrazná, bez cizích pachů

3 – dobrá – málo výrazná, málo harmonická, bez cizích pachů

4 – ještě přijatelná – nevýrazná, neurčitá, neharmonická, příp. mírně znatelné cizí pachy

5 – nevyhovující – cizí, netypická, např. sladová, nažluklá, zatuchlá, pach staré nebo špatně skladované mouky, po plísni a jiné vady

Vzorek	M7	D4	R2	H8	T5
Vůně					

### Hodnocení textury chleba

1 – vynikající – kyprá, pružná, pórovitá, vláčná na skusu, stejnorodá, dobře propečená, velmi dobře polykatelná

2 – velmi dobrá – kyprá, méně pružná, pórovitá, vláčná, dobře propečená, dobře polykatelná, měkká, homogenní

3 – dobrá – méně kyprá, méně pružná, vláčná, nestejnorodá, dobře polykatelná, měkká, homogenní, mírně tužší kůrka

4 – ještě přijatelná – nepružná, suchá, drobivá nebo naopak mazlavá, nestejnorodá, střída špatně propečená, hůře polykatelná, slabě rozpadavá, tvrdá kůrka

5 – nevyhovující – suchá, rozpadavá nebo naopak silně mazlavá, lepivá, nestejnorodá, nepropečená, vlhké jádro, těžko polykatelná, gumovitá, příp. jiné vady

Vzorek	M7	D4	R2	H8	T5
Textura					

### Hodnocení chuti chleba

1 – vynikající – charakteristická chlebová, příjemně navinulá s jemným pocitem vlhkosti, dostatečně výrazná, bez cizích příchutí

2 – velmi dobrá – čistá, chlebová, méně výrazná, bez cizích příchutí

3 – dobrá – málo výrazná, prázdná, málo harmonická, bez cizích příchutí

4 – ještě přijatelná – mdlá, nevýrazná, neharmonická, příp. mírně znatelné cizí pachuti – kyselejší, slanější, připálená

5 – nevyhovující – cizí, netypická, např. sladová, nažluklá, neslaná nebo přesolená, příliš kyselá, kvasničná a jiné vady

Vzorek	M7	D4	R2	H8	T5
Chuť					

### Pořadový test

Seřaďte vzorky podle Vašich preferencí (1 – vzorek nejlepší, nejpřijatelnější → 5 – vzorek nejhorší, nepřijatelný). Dva a více vzorků NESMÍ mít stejné pořadí.

Číslo pořadí	Označení vzorku
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

Mezi sousedními vzorky jsou rozdíly:

1. Žádné
2. Nepatrné
3. Velmi malé
4. Malé
5. Střední
6. Dosti zřetelné
7. Velmi nápadné

Mezi prvním a posledním vzorkem je rozdíl:

1. Žádný
2. Nepatrný
3. Velmi malý
4. Malý
5. Střední
6. Dosti zřetelný
7. Velmi nápadný